1890

PREMIER SEMESTRE.

110

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

TOME CX.

N° 1 (6 Janvier 1890).



PARIS,
GAUTHIER-VILLARS ET FILS, IMPRIMEURS-LIBRAIRES
DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,
Quai des Grands-Augustins, 55.

1890

RÈGLEMENT RELATIF AUX COMPTES RENDUS,

ADOPTÉ DANS LES SÉANCES DES 23 JUIN 1862 ET 24 MAI 1875.

Les *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie* se composent des extraits des travaux de ses Membres et de l'analyse des Mémoires ou Notes présentés par des savants étrangers à l'Académie.

Chaque cahier ou numéro des *Comptes rendus* a 48 pages ou 6 feuilles en moyenne.

26 numéros composent un volume.

Il y a deux volumes par année.

ARTICLE 1er. — *Impression des travaux de l'Académie.*

Les extraits des Mémoires présentés par un Membre ou par un Associé étranger de l'Académie comprennent au plus 6 pages par numéro.

Un Membre de l'Académie ne peut donner aux *Comptes rendus* plus de 50 pages par année.

Les communications verbales ne sont mentionnées dans les *Comptes rendus*, qu'autant qu'une rédaction écrite par leur auteur a été remise, séance tenante, aux Secrétaires.

Les Rapports ordinaires sont soumis à la même limite que les Mémoires; mais ils ne sont pas compris dans les 50 pages accordées à chaque Membre.

Les Rapports et Instructions demandés par le Gouvernement sont imprimés en entier.

Les extraits des Mémoires lus ou communiqués par les correspondants de l'Académie comprennent au plus 4 pages par numéro.

Un Correspondant de l'Académie ne peut donner plus de 32 pages par année.

Dans les *Comptes rendus*, on ne reproduit pas les discussions verbales qui s'élèvent dans le sein de l'Académie; cependant, si les Membres qui y ont pris part désirent qu'il en soit fait mention, ils doivent rédiger, séance tenante, des Notes sommaires, dont ils donnent lecture à l'Académie avant de les remettre au Bureau. L'impression de ces Notes ne préjudicie en rien aux droits qu'ont ces Membres de lire, dans les séances suivantes, des Notes ou Mémoires sur l'objet de leur discussion.

Les Programmes des prix proposés par l'Académie sont imprimés dans les *Comptes rendus*, mais les Rapports relatifs aux prix décernés ne le sont qu'autant que l'Académie l'aura décidé.

Les Notices ou Discours prononcés en séance publique ne font pas partie des *Comptes rendus*.

ARTICLE 2. — *Impression des travaux des Savants étrangers à l'Académie.*

Les Mémoires lus ou présentés par des personnes qui ne sont pas Membres ou Correspondants de l'Académie peuvent être l'objet d'une analyse ou d'un résumé qui ne dépasse pas 3 pages.

Les Membres qui présentent ces Mémoires sont tenus de les réduire au nombre de pages requis. Le Membre qui fait la présentation est toujours nommé; mais les Secrétaires ont le droit de réduire cet Extrait autant qu'ils le jugent convenable, comme ils le font pour les articles ordinaires de la correspondance officielle de l'Académie.

ARTICLE 3.

Le *bon à tirer* de chaque Membre doit être remis à l'imprimerie le mercredi au soir, ou, au plus tard, le jeudi à 10 heures du matin; faute d'être remis à temps, le titre seul du Mémoire est inséré dans le *Compte rendu* actuel, et l'extrait est renvoyé au *Compte rendu* suivant, et mis à la fin du cahier.

ARTICLE 4. — *Planches et tirage à part.*

Les *Comptes rendus* n'ont pas de planches.

Le tirage à part des articles est aux frais des auteurs; il n'y a d'exception que pour les Rapports et les Instructions demandés par le Gouvernement.

ARTICLE 5.

Tous les six mois, la Commission administrative fait un Rapport sur la situation des *Comptes rendus* après l'impression de chaque volume.

Les Secrétaires sont chargés de l'exécution du présent Règlement.

Les Savants étrangers à l'Académie qui désirent faire presenter leurs Mémoires par MM. les Secrétaires perpétuels sont priés de les déposer au Secrétariat au plus tard le Samedi qui précède la séance, avant 5h. Autrement la présentation sera remise à la séance suivante

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

PARIS. — IMPRIMERIE GAUTHIER-VILLARS ET FILS, QUAI DES GRANDS-AUGUSTINS, 55.

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

PUBLIÉS,

CONFORMÉMENT A UNE DÉCISION DE L'ACADÉMIE

En date du 13 Juillet 1835,

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

TOME CENT-DIXIÈME

JANVIER — JUIN 1890.

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS ET FILS, IMPRIMEURS-LIBRAIRES

DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

Quai des Grands-Augustins, 55.

1890

ÉTAT DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

AU 1er JANVIER 1890.

SCIENCES MATHÉMATIQUES.

SECTION Ire. — *Géométrie.*

Messieurs :

HERMITE (Charles) (C. ❋).
BONNET (Pierre-Ossian) (O. ❋).
JORDAN (Marie-Ennemond-Camille) ❋.
DARBOUX (Jean-Gaston) ❋.
POINCARÉ (Jules-Henri) ❋.
PICARD (Émile).

SECTION II. — *Mécanique.*

RESAL (Henry-Amé) (O. ❋).
LÉVY (Maurice) (O. ❋).
BOUSSINESQ (Valentin-Joseph) ❋.
DEPREZ (Marcel) (O. ❋).
SARRAU (Jacques-Rose-Ferdinand-Émile) (O. ❋).
N. . . . .

SECTION III. — *Astronomie.*

FAYE (Hervé-Auguste-Étienne-Albans) (G. O. ❋).
JANSSEN (Pierre-Jules-César) (O. ❋).
LŒWY (Maurice) (O. ❋).
MOUCHEZ (Contre-Amiral Ernest-Amédée-Barthélemy) (C. ❋).
TISSERAND (François-Félix) ❋.
WOLF (Charles-Joseph-Étienne) ❋.

SECTION IV. — *Géographie et Navigation.*

PARIS (Vice-Amiral François-Edmond) (G. C. ❋).
JURIEN DE LA GRAVIÈRE (Vice-Amiral Jean-Pierre-Edmond) (G. C. ❋).
ABBADIE (Antoine-Thompson D') ❋.
BOUQUET DE LA GRYE (Jean-Jacques-Anatole) (C. ❋).
GRANDIDIER (Alfred) ❋.
BUSSY (Marie-Anne-Louis DE) (G. O. ❋).

Section V. — *Physique générale.*

Messieurs :

Fizeau (Armand-Hippolyte-Louis) (O. ✻).
Becquerel (Alexandre-Edmond) (C. ✻).
Cornu (Marie-Alfred) ✻.
Mascart (Éleuthère-Élie-Nicolas) (C. ✻).
Lippmann (Gabriel) ✻.
Becquerel (Antoine-Henri) ✻.

SCIENCES PHYSIQUES.

Section VI. — *Chimie.*

Fremy (Edmond) (C. ✻).
Cahours (Auguste-André-Thomas) (C. ✻).
Friedel (Charles) (O. ✻).
Troost (Louis-Joseph) (O. ✻).
Schützenberger (Paul) (O. ✻).
Gautier (Émile-Justin-Armand) ✻.

Section VII. — *Minéralogie.*

Daubrée (Gabriel-Auguste) (G. O. ✻).
Pasteur (Louis) (G. C. ✻).
Des Cloizeaux (Alfred-Louis-Olivier Legrand) O. ✻.
Hébert (Edmond) (C. ✻).
Fouqué (Ferdinand-André) ✻.
Gaudry (Jean-Albert) (O. ✻).

Section VIII. — *Botanique.*

Duchartre (Pierre-Étienne-Simon) (O. ✻).
Naudin (Charles-Victor) ✻.
Trécul (Auguste-Adolphe-Lucien).
Chatin (Gaspard-Adolphe) (O. ✻).
Van Tieghem (Philippe-Édouard-Léon) ✻.
Bornet (Jean-Baptiste-Édouard) ✻.

SECTION IX. — *Économie rurale.*

Messieurs :

PELIGOT (Eugène-Melchior) (G. O. ❋).
SCHLŒSING (Jean-Jacques-Théophile) (O. ❋).
REISET (Jules) (O. ❋).
CHAUVEAU (Jean-Baptiste-Auguste) (O. ❋).
DEHÉRAIN (Pierre-Paul) (O. ❋).
DUCLAUX (Pierre-Émile) (O. ❋).

SECTION X. — *Anatomie et Zoologie.*

QUATREFAGES DE BRÉAU (Jean-Louis-Armand DE) (C. ❋).
BLANCHARD (Charles-Émile) (O. ❋).
LACAZE-DUTHIERS (Félix-Joseph-Henri DE) (C. ❋).
EDWARDS (Alphonse MILNE-) (O. ❋).
SAPPEY (Phibert-Constant) (C. ❋).
RANVIER (Louis-Antoine) ❋.

SECTION XI. — *Médecine et Chirurgie.*

MAREY (Étienne-Jules) (O ❋).
RICHET (Didier-Dominique-Alfred) (C. ❋).
CHARCOT (Jean-Martin) (O. ❋).
BROWN-SÉQUARD (Charles-Édouard) ❋.
BOUCHARD (Charles-Jacques) ❋.
VERNEUIL (Aristide-Auguste-Stanislas) (C. ❋).

SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

BERTRAND (Joseph-Louis-François) (C. ❋), pour les Sciences mathématiques.

BERTHELOT (Marcelin-Pierre-Eugène) (G. O. ❋), pour les Sciences physiques.

SECRÉTAIRE PERPÉTUEL HONORAIRE.

PASTEUR (Louis) (G. C. ❋).

ACADÉMICIENS LIBRES.

Messieurs :

LARREY (le Baron Félix-Hippolyte) (G. O. ※).
LESSEPS (Ferdinand-Marie DE) (G. C. ※).
FAVÉ (Général Idelphonse) (G. O. ※).
DAMOUR (Augustin-Alexis) (O. ※).
LALANNE (Léon-Louis CHRÉTIEN-) (G. O. ※).
FREYCINET (Charles-Louis DE SAULCES DE) (O. ※).
HATON DE LA GOUPILLIÈRE (Julien-Napoléon) (O. ※).
JONQUIÈRES (Vice-Amiral Jean-Philippe-Ernest DE FAUQUE DE) (G. O. ※).
CAILLETET (Louis-Paul) (O. ※).
N. . . . .

ASSOCIÉS ÉTRANGERS.

OWEN (Sir Richard) (O. ※), à Londres.
KUMMER (Ernest-Édouard), à Berlin.
AIRY (Sir George-Biddell) ※, à Greenwich.
TCHÉBICHEFF (Pafnutij), à Saint-Pétersbourg.
CANDOLLE (Alphonse DE) ※, à Genève.
S. M. Dom PEDRO D'ALCANTARA (G. C. ※).
THOMSON (Sir William) (C. ※), à Glascow.
BUNSEN (Robert-Wilhelm-Eberhard) (O. ※), à Heidelberg.

CORRESPONDANTS.

NOTA. — Le règlement du 6 juin 1808 donne à chaque Section le nombre de Correspondants suivant :

SCIENCES MATHÉMATIQUES.

SECTION I[re]. — *Géométrie* (6).

NEUMANN (Franz-Ernest), à Kœnigsberg.
SYLVESTER (James-Joseph), à Baltimore.
WEIERSTRASS (Charles) ※, à Berlin.
KRONECKER (Léopold) ※, à Berlin.
BRIOSCHI (François), à Milan.
SALMON (George), à Dublin.

SECTION II. — *Mécanique* (6).

Messieurs :

CALIGNY (Anatole-François HÜE, Marquis DE) ✻, à Versailles.
BOILEAU (Pierre-Prosper) (O. ✻), à Versailles.
COLLADON (Jean-Daniel) ✻, à Genève.
DAUSSE (Marie-François-Benjamin) ✻, à Grenoble.
N. . . . .
N. . . . .

SECTION III. — *Astronomie* (16).

HIND (John-Russell), à Londres.
ADAMS (J.-C.), à Cambridge.
CAYLEY (Arthur), à Londres.
STRUVE (Otto-Wilhelm) (C. ✻), à Pulkova.
LOCKYER (Joseph-Norman), à Londres.
HUGGINS (William), à Londres.
NEWCOMB (Simon), à Washington.
STEPHAN (Jean-Marie-Édouard), ✻, à Marseille.
HALL (Asaph), à Washington.
GYLDÉN (Jean-Auguste-Hugo) ✻, à Stockholm.
SCHIAPARELLI (Jean-Virginius), à Milan.
GOULD (Benjamin-Apthorp), à Cordoba.
WOLF (Rudolf), à Zurich.
LANGLEY (Samuel), à Washington.
N. . . . .
N. . . . .

SECTION IV. — *Géographie et Navigation* (8).

TCHIHATCHEF (Pierre-Alexandre DE) (C. ✻), à Saint-Pétersbourg.
RICHARDS (Contre-Amiral George-Henry), à Londres.
DAVID (Abbé Armand), missionnaire en Chine.
LEDIEU (Alfred-Constant-Hector) (O. ✻), à Versailles.
NORDENSKIÖLD (Nils-Adolf-Erik Baron) (C. ✻), à Stockholm.
IBAÑEZ DE IBERO (Général Charles) (G. O. ✻), à Madrid.
TEFFÉ (le baron DE), à Rio de Janeiro.
N. . . . .

SECTION V. — *Physique générale* (9).

Messieurs :

WEBER (Wilhelm), à Göttingue.
HIRN (Gustave-Adolphe), à Colmar.
HELMHOLTZ (Hermann-Louis-Ferdinand) (C. ☼), à Berlin.
STOKES (George-Gabriel), à Cambridge.
ABRIA (Jérémie-Joseph-Benoît) (O. ☼), à Bordeaux.
CROVA (André-Prosper-Paul) ☼, à Montpellier.
N. . . . .
N. . . . .
N. . . . .

SCIENCES PHYSIQUES.

SECTION VI. — *Chimie* (9).

HOFMANN (Auguste-Wilhelm), à Berlin.
MARIGNAC (Jean-Charles GALISSARD DE), à Genève.
FRANKLAND (Edward), à Londres.
WILLIAMSON (Alexander-William), à Londres.
LECOQ DE BOISBAUDRAN (Paul-Émile dit François) ☼, à Cognac.
CHANCEL (Gustave-Charles-Bonaventure) (O. ☼), à Montpellier.
STAS (Jean-Servais) ☼, à Bruxelles.
REBOUL (Pierre-Edmond) ☼, à Marseille.
BAEYER (Adolf DE), à Munich.

SECTION VII. — *Minéralogie* (8).

KOKSCHAROW (Général Nicolas DE), à Saint-Pétersbourg.
FAVRE (Jean-Alphonse), à Genève.
HALL (James), à Albany.
PRESTWICH (Joseph), à Oxford.
GOSSELET (Jules-Auguste-Alexandre) ☼, à Lille.
SCACCHI (Arcangelo), à Naples.
SUESS (Édouard), à Vienne.
POMEL (Nicolas-Auguste) ☼, à Alger.

Section VIII. — *Botanique* (10).

Messieurs :

HOOKER (Jos. Dalton), à Kew.
PRINGSHEIM (Nathanael), à Berlin.
SAPORTA (Louis-Charles-Joseph-Gaston, Marquis DE) ✻, à Aix.
CLOS (Dominique), à Toulouse.
SIRODOT (Simon) ✻, à Rennes.
GRAND'EURY (François-Cyrille) ✻, à Saint-Étienne.
AGARDH (Jacob-Georg), à Lund.
MILLARDET (Alexis) ✻, à Bordeaux.
MASTERS (Maxwel-Tylden), à Londres.
TREUB (Melchior), à Buitenzorg, près Batavia (Java).

Section IX. — *Économie rurale* (10).

MARÈS (Henri-Pierre-Louis) ✻, à Montpellier.
LAWES (John-Bennet), à Rothamsted, Saint-Albans station (Herfortshire).
GASPARIN (Paul-Joseph DE) ✻, à Orange.
DEMONTZEY (Gabriel-Louis-Prosper) (O. ✻), à Aix.
GILBERT (Joseph-Henry), à Rothamsted, Saint-Albans station (Herfortshire).
CORVO (João DE ANDRADE) (G. C. ✻), à Lisbonne.
LECHARTIER (Georges-Vital), à Rennes.
MENABREA (le comte Louis-Frédéric) (C. ✻), à Rome.
HOUZEAU (Auguste) ✻, à Rouen.
ARLOING (Saturnin) ✻, à Lyon.

Section X. — *Anatomie et Zoologie* (10).

BENEDEN (Pierre-Joseph VAN) (O. ✻), à Louvain.
LOVÉN (Svenon-Louis), à Stockholm.
STEENSTRUP (Japetus), à Copenhague.
DANA (James-Dwight), à New-Haven.
HUXLEY (Thomas-Henry), à Londres.
VOGT (Carl) ✻, à Genève.
AGASSIZ (Alexandre), à Cambridge (États-Unis).
FABRE (Jean-Henri) ✻, à Sérignan (Vaucluse).
COTTEAU (Gustave-Honoré) ✻, à Auxerre.
MARION (Antoine-Fortuné) ✻, à Marseille.

SECTION XI. — *Médecine et Chirurgie* (8).

Messieurs :

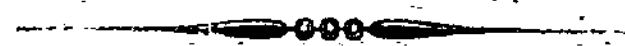
VIRCHOW (Rudolph DE), à Berlin.
OLLIER (Louis-Xavier-Édouard-Léopold) (O. ※), à Lyon.
THOLOZAN (Joseph-Désiré) (O. ※), à Téhéran.
PALASCIANO (Ferdinand-Antoine-Léopold), à Naples.
HANNOVER (Adolphe), à Copenhague.
PAGET (Sir James), à Londres.
LÉPINE (Jacques-Raphaël) ※, à Lyon.
N. . . . .

Commission pour administrer les propriétés et fonds particuliers de l'Académie.

FREMY.
BECQUEREL (Edmond).
Et les Membres composant le Bureau.

Changements survenus dans le cours de l'année 1889.

(*Voir* à la page 15 de ce Volume.)



COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 6 JANVIER 1890,

PRÉSIDENCE DE M. HERMITE.

RENOUVELLEMENT ANNUEL

DU BUREAU ET DE LA COMMISSION ADMINISTRATIVE.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Vice-Président, qui doit être pris, cette année, dans l'une des Sections des Sciences physiques.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 49,

M. Duchartre	obtient	44	suffrages.
M. de Lacaze-Duthiers	»	3	»
M. Trécul	»	1	»

M. **Duchartre**, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé Vice-Président pour l'année 1890.

L'Académie procède ensuite, par la voie du scrutin, à la nomination de deux Membres, qui seront appelés à faire partie de la Commission centrale administrative pendant l'année 1890, et qui doivent être pris, l'un dans les Sections de Sciences mathématiques, l'autre dans les Sections de Sciences physiques.

MM. **Fremy** et **Edmond Becquerel**, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, sont élus Membres de la Commission.

M. **Des Cloizeaux**, Président sortant, ne pouvant se rendre à la séance, adresse à l'Académie la Lettre suivante :

« Messieurs et chers Confrères,

» Jusqu'au dernier moment, j'ai nourri l'espoir de me trouver aujourd'hui au milieu de vous. J'aurais été heureux de pouvoir remplir l'impérieux et agréable devoir de vous adresser de vive voix mes plus chaleureux remerciements, pour l'immense honneur par lequel vous avez voulu couronner ma longue carrière scientifique. Malheureusement, la maligne influence, qui me retient à la chambre depuis quinze jours, ne me permet pas encore de me mettre en route pour rentrer à Paris.

» Je suis donc forcé d'avoir, de nouveau, recours à la complaisance de mon éminent ami et successeur, M. Hermite, en le priant de remplir la tâche traditionnelle qui incombe au Président dans la première séance de janvier. Le talent avec lequel il a publiquement rendu compte, lundi dernier, des travaux de nos illustres et regrettés confrères, et la haute situation scientifique qu'il occupe dans le monde vous sont un sûr garant de la compétence et du dévouement absolu avec lesquels il saura présider vos futures séances. »

M. **Hermite**, en l'absence de M. Des Cloizeaux, fait connaître à l'Académie l'état où se trouve l'impression des Recueils qu'elle publie, et les changements survenus parmi les Membres et les Correspondants pendant le cours de l'année 1889 :

État de l'impression des Recueils de l'Académie au 1er janvier 1890.

Volumes publiés.

Comptes rendus des séances de l'Académie. — Le Tome CVI (1er semestre 1888) et le Tome CVII (2e semestre 1888) ont paru avec leur Table.

Les numéros de l'année 1889 ont été mis en distribution avec la régularité habituelle.

Mémoires de l'Académie. — Le Tome XLIII a été mis en distribution au mois d'octobre dernier. Ce Tome renferme un Mémoire de M. Yvon Villarceau sur l'établissement des arches de pont.

Mémoires présentés par divers savants. — Le Tome XXX a été mis en distribution au mois de juin dernier. Ce Tome renferme un Mémoire de M. Souillart, intitulé : « Théorie analytique des mouvements des satellites de Jupiter »; un Mémoire de MM. Guyou et Simart, portant pour titre : « Développements de géométrie du navire avec applications aux calculs de stabilité des navires »; un Mémoire intitulé : « Mission d'Andalousie. Études relatives au tremblement de terre du 25 décembre 1884, et à la constitution géologique du sol ébranlé par les secousses ».

Ce Mémoire a été publié, sous la direction de M. Fouqué, par MM. Michel Lévy, Marcel Bertrand, Barrois, Offret, Kilian, Bergeron et Bréon.

Volumes en cours de publication.

Mémoires présentés par divers savants. — Le Tome XXXI renferme un Mémoire de Mme Sophie de Kovalevsky, intitulé : « Sur un cas particulier du problème de la rotation d'un corps pesant autour d'un point fixe, où l'intégration s'effectue à l'aide de fonctions ultra-elliptiques du temps. ».

Ce Mémoire forme huit feuilles.

Changements survenus parmi les Membres depuis le 1er janvier 1889.

Membres décédés.

Section de Géométrie : M. **Halphen**, décédé le 21 mai.
Section de Mécanique : M. **Phillips**, décédé le 14 décembre.

Section de Chimie : M. **Chevreul**, décédé le 9 avril.
Membres libres : M. **Cosson**, décédé le 31 décembre.

Membres élus.

Section de Géométrie : M. **Picard**, le 11 novembre, en remplacement de M. Halphen, décédé.
Section de Physique générale : M. **Henri Becquerel**, le 27 mai, en remplacement de M. Berthelot, nommé Secrétaire perpétuel.
Section de Chimie : M. **Armand Gautier**, le 17 juin, en remplacement de M. Chevreul, décédé.
Secrétaires perpétuels : M. **Berthelot**, le 25 février, en remplacement de M. Pasteur, démissionnaire et nommé Secrétaire perpétuel honoraire.

Changements survenus parmi les Correspondants depuis le 1er janvier 1889.

Correspondants décédés.

Section de Mécanique : M. **Broch**, à Christiania, décédé le 5 février.
Section d'Astronomie : M. **Warren de la Rue**, à Londres, décédé le 19 avril.
Section de Géographie et Navigation : M. **Pissis**, à Santiago, décédé le 20 janvier.
Section de Physique générale : M. **Joule**, à Manchester, décédé le 11 octobre.
Section de Minéralogie : M. **de Déchen**, à Bonn, décédé le 15 février; M. **Lory**, à Grenoble, décédé le 3 mai.
Section d'Économie rurale : M. **Martins**, à Montpellier, décédé le 8 mars.
Section de Médecine et Chirurgie : M. **Donders**, à Utrecht, décédé le 24 mars.

Correspondants élus.

Section de Géographie et Navigation : M. **de Teffé**, à Rio de Janeiro, le 4 février, en remplacement de M. le général Sabine, décédé.
Section de Minéralogie : M. **Suess**, à Vienne, le 23 décembre, en remplacement de M. de Déchen, décédé; M. **Pomel**, à Alger, le 23 décembre, en remplacement de M. Lory, décédé.

Section d'Économie rurale : M. **Arloing**, à Lyon, le 1er juillet, en remplacement de M. Martins, décédé.

Correspondants à remplacer.

Section de Mécanique : M. **Clausius**, à Bonn, décédé le 24 août 1888; M. **Broch**, à Christiania, décédé le 5 février 1889.

Section d'Astronomie : M. **d'Oppolzer**, à Vienne, décédé le 26 décembre 1886; M. **Warren de la Rue**, à Londres, décédé le 19 avril 1889.

Section de Géographie et Navigation : M. **Pissis**, à Santiago, décédé le 20 janvier 1889.

Section de Physique générale : M. **Terquem**, à Lille, décédé le 16 juillet 1887; M. **Kirchhoff**, à Berlin, décédé le 17 octobre 1887; M. **Joule**, à Manchester, décédé le 11 octobre 1889.

Section de Médecine et Chirurgie : M. **Donders**, à Utrecht, décédé le 24 mars 1889.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président** rappelle à l'Académie la perte douloureuse qu'elle a faite, depuis la séance précédente, dans la personne de M. *Cosson*, Membre libre de l'Académie, décédé le 31 décembre 1889. Les obsèques ont eu lieu le samedi 4 janvier 1890.

M. **J. Bertrand** ajoute qu'aucun discours n'a été prononcé. La famille de M. Cosson, par un sentiment de sollicitude pour ceux qui étaient venus rendre les derniers devoirs à notre Confrère, avait fait connaître son désir que la cérémonie funèbre fût abrégée le plus possible.

M. Bertrand s'était d'abord proposé de prendre la parole au nom de l'Académie des Sciences, pour retracer, en quelques mots, la vie du botaniste éminent avec lequel il était lié depuis l'enfance. La Notice qu'il a préparée sera publiée prochainement, dans la forme accoutumée.

GÉOLOGIE. — *Analogies de gisement du diamant, d'une part, dans les gîtes de l'Afrique australe; d'autre part, dans les météorites;* par M. **Daubrée** (1).

« Quoique le diamant résulte, comme chacun le sait, de la cristallisation de l'un des corps les plus abondants de l'écorce terrestre, les circonstances qui ont provoqué cet état cristallin ne se sont produites qu'avec une étonnante rareté, pendant la longue série des âges géologiques. Ces circonstances restent encore problématiques : aucune espèce minérale n'est aussi mystérieuse que le diamant dans son mode de formation.

» *Induction sur le gisement originaire du diamant dans l'Afrique australe.* — Quand, il y a vingt-deux ans, cette pierre gemme fut découverte dans l'Afrique australe, l'étonnement fut extrême, non seulement de l'y rencontrer, et cela sur un espace très restreint, avec une abondance sans précédent; mais aussi, engagée dans des masses pierreuses ne ressemblant aucunement à celles auxquelles elle est associée au Brésil et dans l'Inde (2).

» Au lieu d'avoir, comme au Brésil, des compagnons tels que la tourmaline, l'anatase, la brookite, le diamant se présente en Afrique dans des masses à structure bréchiforme, où dominent des fragments de roches magnésiennes voisines de la serpentine et d'euphotide. Ces masses ont été poussées des profondeurs, à travers des cheminées à peu près circulaires et coupées comme à l'emporte-pièce. Le diamant y est enchâssé, ainsi que des minéraux variés : le diopside, souvent coloré en un beau vert par le chrome, l'enstatite, le grenat, le mica, la wollastonite, la vaalite, sorte de diallage en lamelles bronzées, le zircon, l'ilménite, le fer chromé, le rutile, le corindon et l'apatite. Des fragments de roches diverses : schiste, pegmatite, granite, leur sont associés. Les colonnes verticales qui constituent les gîtes diamantifères sont enclavées dans des schistes noirs et autres roches stratifiées, quelquefois aussi dans des mélaphyres. Ces colonnes

---

(1) Cette Note avait été présentée à l'Académie dans la séance du 23 décembre dernier.

(2) Dès 1874, M. E.-J. Dunn a donné une description très intéressante de ces gisements, à laquelle d'autres explorateurs, notamment MM. Stow, Chaper, Moulle ont ajouté de remarquables observations.

coupent brusquement les diverses roches encaissantes, quelle que soit leur nature, de manière à rappeler une intrusion violente et une poussée de bas en haut.

» Tous ces matériaux ne paraissent pas avoir été apportés par fusion, comme il est arrivé d'ordinaire; ils constituent une brèche éruptive, dans laquelle l'eau est intervenue.

» L'arrivée de cette brèche ne s'est pas faite en une fois; chaque mine présente des traces d'éruptions successives, que des différences de couleur et de composition rendent bien distinctes sur les parois verticales mises à nu par l'exploitation.

» L'ensemble du pays est formé par des couches rapportées à l'époque triasique et que traversent un grand nombre d'éruptions antérieures, principalement de mélaphyres. Postérieurement à la sortie des brèches diamantifères, il est survenu aussi des injections porphyriques qui coupent quelquefois ces dernières.

» Un échantillon provenant de la mine de de Beers, que M. Moulle, ancien ingénieur et directeur, a eu la bonté de me remettre, présente un diamant assez volumineux, encastré dans une roche d'un noir verdâtre qui, à raison de sa forte cohésion, lui avait paru présenter le diamant dans sa gangue originelle.

» Malheureusement, l'examen de la roche montre qu'il n'en est pas ainsi. Elle contient de menus débris, solidement cimentés et empâtés, ainsi que de gros fragments anguleux d'un vert clair, ayant l'aspect du péridot ou de la dunite, avec de la sahlite d'un vert de chrome, de la vaalite et de nombreux grenats.

» Outre ces minéraux, qui avaient déjà été signalés, la plaque présentait des octaèdres réguliers ayant les caractères du spinelle et des cristaux cubiques, jaune brunâtre et transparents, qui paraissent être de la pérowskite.

» Un fragment, traité par l'acide chlorhydrique étendu, fait une effervescence vive et prolongée. D'après l'examen chimique qu'en a bien voulu faire M. Stanislas Meunier, l'échantillon abandonne près de la moitié de son poids à l'acide chlorhydrique étendu et bouillant. Après une effervescence vive et prolongée, la solution, où flotte de la silice gélatineuse, renferme surtout de la magnésie, de l'alumine et du fer. C'est un mélange de carbonate de magnésie et de silicates hydratés, résultat de la décomposition des silicates anhydres.

» Plusieurs observateurs ont supposé que le diamant se serait formé

dans sa situation actuelle, c'est-à-dire sur la place qu'il occupe aujourd'hui. La présence de gaz carburés et de roches charbonneuses était de nature à leur servir d'argument. Mais il est extrêmement probable qu'il n'en est pas ainsi. Le diamant ne paraît pas avoir pris naissance au milieu des masses fragmentaires où nous le voyons, non plus que beaucoup des minéraux qui l'accompagnent. Le grenat, le zircon, le fer titané, par exemple, n'ont sans doute pu être engendrés qu'à une température supérieure à celle à laquelle la brèche diamantifère est venue au jour. Une seconde preuve est fournie par les nombreux cristaux de diamants brisés et par l'isolement complet de leurs fragments, dont on ne retrouve jamais la partie complémentaire, en contact mutuel avant la rupture. Enfin la différence de richesse des éjections successives et juxtaposées apporte le meilleur témoignage en faveur de cette seconde conclusion. Selon toute probabilité, le diamant a été apporté des régions profondes avec les matériaux fragmentaires qui le contiennent.

» D'après la nature des roches et des minéraux qui remplissent les cheminées d'ascension, nous sommes en droit de conclure que le diamant est originaire des régions infra-granitiques et des profondeurs considérables où domine le péridot ([1]), puisqu'il est arrivé vers la surface accompagné de ce minéral caractéristique et de masses serpentineuses qui résultent de sa transformation ([2]).

» Il n'est pas hors de propos de rappeler ici ce que l'on connaît sur le gisement du diamant de l'Australie. D'après M. le professeur Liversidge ([3]), les alluvions diamantifères de la Nouvelle-Galles du Sud, dans les provinces de Bingera et de Mudgee, avoisinent des éruptions basaltiques qui traversent des terrains dévonien ou carbonifère, et leur sont même parfois subordonnées. Il ne serait donc pas impossible qu'une étude plus complète de ces éruptions fît ultérieurement reconnaître une connexion entre ces roches éruptives et le diamant. Outre l'or et la cassitérite, ils contiennent du grenat, du corindon (saphir) et du spinelle.

» *Gisement du diamant dans des météorites de natures diverses.* — La supposition que nous venons d'émettre sur la matrice du diamant de l'Afrique

---

([1]) A moins qu'on ne veuille supposer que le diamant se serait trouvé abondamment sur le trajet de ces roches vers le jour et qu'il aurait été transporté avec elles.

([2]) Contrairement à l'hypothèse plus d'une fois émise que le diamant dériverait de la transformation de substances végétales, nous constatons ici sa nature inorganique, aussi bien que pour le graphite, dans des gisements analogues.

([3]) *Minerals of New South Wales*, 1888.

du Sud paraît la plus probable, non seulement à cause des millions de diamants qui se trouvent disséminés dans des dykes de petits calibres, mais surtout d'après les données remarquables que viennent de fournir des études récentes sur les météorites.

» Telle est d'abord la météorite tombée le 4 septembre 1886 en Russie, dans le gouvernement de Penza, à Novo-Urei. C'est une sporadosidère (1) contenant du fer nickelé, des silicates magnésiens consistant surtout en péridot et, en outre, une matière charbonneuse dans la proportion de 2,26 pour 100. L'étude approfondie qu'en ont faite MM. Ierofeieff et Latschinoff leur a fait découvrir dans cette dernière substance charbonneuse une poussière fine, ayant la dureté du diamant et se transformant en acide carbonique par sa combustion dans l'oxygène. Le diamant ou carbonado se trouve dans la proportion d'environ 1 pour 100 du poids total de la météorite.

» Cette découverte, qui, à juste titre, a excité la surprise, a trouvé des analogues.

» Déjà, en 1846, Partsch et Haidinger, auxquels la connaissance des météorites est si redevable, avaient observé dans le fer météorique de Mangoura en Hongrie, plus généralement connu sous le nom d'Arva, dénomination du comté, du graphite en une forme cristalline appartenant au système cubique.

» Ayant cru reconnaître dans les cristaux la forme du cube combiné avec le pyritoïde de 126°32′, si fréquente dans la pyrite, ils supposèrent que ce graphite s'était substitué par épigénie à un cristal de pyrite. Cependant Gustave Rose (2), après avoir examiné l'échantillon avec le coup d'œil si remarquablement fin et exact qui caractérisait cet éminent cristallographe, n'admit pas cette supposition; car il y reconnut une forme holoédrique, celle du cube portant des pyramides sur ses faces. Il pensa donc que les cristaux pouvaient plutôt provenir de la transformation du diamant, bien que ce dernier minéral n'eût pas été rencontré dans les météorites. La composition chimique étant d'ailleurs la même dans les deux espèces, la transformation était d'autant plus facile à admettre que le diamant convenablement échauffé sans le contact de l'air se change en graphite.

» Il y a deux ans, des cristaux absolument semblables à ceux d'Arva furent signalés par M. Fletcher dans des fers météoriques ou holosidères de deux autres provenances : dans ceux de Youndegin (Australie occidentale)

---

(1) *Comptes rendus*, t. CVI, p. 1679.

(2) *Beschreibung und Entstehung der Meteoriten*, p. 40; 1864.

et de Cosby's Creek, Sevier C° (États-Unis). Une centaine de cristaux de graphite, ayant moyennement un quart de millimètre de côté, montraient pour forme prédominante le cube, avec les troncatures du dodécaèdre. Sur quelques-uns les arêtes étaient remplacées par les faces arrondies du tétrakishexaèdre. Le savant minéralogiste anglais donna le nom de *cliftonite* à ce qu'il considérait comme pouvant être une troisième sorte du carbone, à placer à la suite du diamant et du graphite hexagonal.

» De son côté, en examinant une douzaine d'échantillons de l'holosidère d'Arva, que possède le Musée impérial de Vienne, M. le Dr Brezina vient d'y découvrir du graphite également cristallisé en cube, portant les faces du tétrakishexaèdre; dans quelques-uns, les arêtes du cube atteignent $2^{mm},5$ de longueur.

» Un échantillon de ce fer météorique d'Arva, remarquablement riche en cristaux de phosphure de nickel et de fer ou schreibersite, fut adressé par M. Brezina à M. Weinschenk, avec prière d'en faire l'examen chimique.

» Le résidu que ce fer laisse, après l'attaque par l'acide chlorhydrique étendu et à froid, forme à peu près 11 pour 100 du total. Ce résidu se compose de plusieurs substances. Outre un carbure de fer et deux alliages distincts de fer et de nickel, M. Weinschenk reconnut de petits grains transparents, eux-mêmes de diverses natures, les uns incolores, les autres colorés en jaune ou verdâtres, qui paraissent devoir être rapportés à l'enstatite, à l'augite et à la tridymite. En outre, il en est d'incolores, isotropes, et qui rayent avec facilité une face polie de rubis. Leur densité est 3,1. Ils sont inattaquables par les acides. Soumis à chaud à un courant d'oxygène, ils se transforment en acide carbonique, dont le poids correspond à 95,4 pour 100 de carbone dans l'échantillon examiné.

» D'après ces recherches, M. Weinschenk ne doute pas de la nature du diamant, non plus que l'avaient fait antérieurement MM. Ierofeieff et Latschinoff, lors de leur étude de la météorite de Novo-Urei.

» Ainsi, l'existence du diamant, dans des météorites de types très différents, tant en nature et à l'état pulvérulent que transformé en graphite, paraît devoir être aujourd'hui admise.

» Ces premiers résultats feraient même supposer que le diamant est loin d'y être rare. Mais, lorsque le diamant est à l'état pulvérulent, comme dans les météorites, des recherches toutes spéciales sont nécessaires pour qu'il n'échappe pas à l'investigation.

» On sait d'ailleurs que le carbone libre se trouve, non seulement dans les météorites dites *charbonneuses*, mais aussi dans toutes les holosidères.

» *Analogies des gisements du diamant dans l'Afrique australe et dans les météorites.* — Ce qui rend le gisement du diamant dans les météorites encore plus digne d'intérêt, ce sont les analogies qu'il présente, malgré certaines différences, avec celui qui contient si abondamment cette même gemme dans l'Afrique australe.

» Entre ce dernier et la météorite de Novo-Urei, dont la substance pierreuse consiste presque entièrement en péridot, la ressemblance est manifeste.

» En outre, le péridot étant le compagnon fidèle, on peut dire inséparable du fer météorique, la présence du diamant dans les holosidères d'Arva, de Youndegin et de Cosby's Creek, les rapproche de la roche diamantifère terrestre qui nous occupe, autant que les fers météoriques se rapprochent des météorites pierreuses ordinaires auxquelles, malgré une grande différence d'aspect, ils se rattachent par une chaîne continue.

» Nous arrivons ainsi à franchir une étape vers la connaissance de la roche-mère du diamant et les conditions où le diamant a acquis sa cristallisation.

» La similitude antérieurement signalée entre les roches météoritiques et les masses profondes de notre globe ressort, avec un caractère encore plus intime et plus frappant, par l'apparition, de part et d'autre, d'un minéral aussi rare que l'est le diamant dans l'écorce terrestre.

» Une telle coïncidence rehausse encore l'intérêt du péridot qui, à raison de son ubiquité, a été qualifié de scorie universelle.

» Ce nouveau trait d'union entre les roches terrestres et les roches extra-terrestres rappelle celui que nous révèlent les masses de fer natif nickelifère d'Ovifak. Accompagnées de graphite, elles forment comme cortège aux éruptions colossales qui se sont épanchées sur une partie du Groenland. Cependant, elles sont tellement semblables aux météorites qu'elles ont d'abord été considérées comme telles, jusqu'à ce que les courageuses explorations de MM. Steenstrup et Nauckhoff eussent prouvé leur origine terrestre en démontrant qu'elles faisaient parties intégrantes d'épanchements de dolérites. C'est ce que les belles recherches de Lawrence Smith ont achevé de prouver (1). Outre le péridot en fragments abondants et à contours arrondis, ces dolérites contiennent du corindon et du spinelle. En outre, la présence du carbone dans ces grandes profondeurs est at-

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, 5e série, t. XVI; 1879.

testée par les mêmes masses de fer, qui en contiennent jusqu'à 4,7 pour 100 de leur poids, dont 3,5 combiné et 1,1 libre (¹).

» Si l'on réfléchit à ces deux circonstances : d'une part, combien sont rares les gisements de diamants à la surface de la terre; d'autre part, combien ils paraissent comparativement plus abondants dans les parcelles tombées des espaces célestes, qu'il nous a été donné de recueillir, et dont la masse est si minime par rapport à celle du globe terrestre, on est amené à cette induction que les parties internes de notre planète doivent recéler avec abondance cette mystérieuse espèce minérale. Les cheminées éruptives de l'Afrique australe, qui en ont apporté tant de millions de cristaux, quoique leur section horizontale ne dépasse pas une trentaine d'hectares, nous font entrevoir cette richesse, qui est destinée sans doute à rester pour nous toujours à l'état latent. Ce sont des regards pratiqués à travers la voûte terrestre et ouverts jusque sur les régions profondes, comme pour nous les faire connaître et apprécier.

» De même que pour les blocs de fer natif du Groenland, il a fallu des convulsions exceptionnelles pour faire monter les masses diamantifères jusqu'au jour. »

CHIMIE. — *Sur quelques nouvelles fluorescences.* Note de M. Lecoq de Boisbaudran.

« J'ai obtenu de nouvelles fluorescences en prenant, comme matières actives, la samarine et les terres $Z\alpha$, $Z\beta$; et, comme dissolvants solides, la silice et la zircone calcinées (²). J'indiquerai seulement ici les principales positions spectrales.

» *Silice et samarine.* — De la silice (extraite du $SiCl^4$) fut arrosée d'acétate de samarine, puis calcinée vers la fusion de l'argent. Au moment de l'établissement du courant induit, la matière fluoresce en rose rouge d'intensité assez modérée et donne une bande rouge très large. Si le cou-

(¹) *Comptes rendus*, t. LXXIV, p. 1541 et t. LXXV, p. 241.

(²) M. Crookes range SiO^2 et ZrO^2 au nombre des corps qui ne lui ont pas donné de fluorescence avec la samarine (*Phil. Trans.*, Part II, p. 711; 1885). Cet insuccès du savant chimiste anglais tient probablement à ce que les calcinations n'étaient pas opérées à une température suffisamment élevée; car, en réalisant cette condition, on obtient de belles fluorescences avec la silice et la zircone samarifères.

rant électrique continue de passer, la fluorescence rose rouge s'atténue et fait en partie place au bleu ordinaire de la silice pure. La même matière, très fortement calcinée, fournit une belle fluorescence orangée qui se résout en trois bandes larges et nébuleuses, chacune desquelles porte une raie un peu nébuleuse, mais très distincte.

	λ	
γ	Vers 663,9	Commencement très nébuleux de la bande.
γ	γ 650,5	Raie un peu nébuleuse. Très bien marquée.
γ	Vers 634,3	Fin très nébuleuse de la bande.
αβ	Vers 629,9	Commencement très nébuleux de la bande.
αβ	αβ 603,2	Raie un peu nébuleuse. Assez forte. Plus forte que γ650,5.
αβ	Vers 591,7	Fin de la nébulosité qui se dégrade à partir de la raie 603,2.
βα	580,5 environ.	Commencement nébuleux, mais pas vague, de la bande.
βα	βα 566,2	Raie un peu nébuleuse. Assez forte. Presque aussi forte que αβ603,2 et paraissant même la surpasser un peu pour certaines intensités électriques.
βα	Vers 559,0	Fin d'un faible éclairage se dégradant à partir de la raie 566,2.

» *Zircone et samarine.* — Du chlorure de zirconium, additionné de samarine, fut traité par SH^2O^4, puis fortement calciné. La matière donne au premier instant une jolie fluorescence orangée montrant plusieurs raies bien définies, mais dont l'éclat et la netteté s'affaiblissent très rapidement si le flux électrique est maintenu.

	λ	
	Vers 651,9	Milieu apparent d'une bande large et faible.
α	625,9 environ.	Commencement nébuleux, mais pas vague, d'une bande très bien marquée et portant trois raies assez distinctes (surtout la première et la troisième) au premier instant, mais devenant rapidement confuses.
α	623,0 environ.	Milieu de la première raie. Liée à la suivante. Assez difficile à mesurer.
α	Vers 619,2	Milieu de la deuxième raie. Difficile à mesurer.
α	614,3 environ.	Milieu de la troisième raie.
α	611,1 environ.	Fin très nébuleuse de la bande.
α	606,8	Milieu d'une raie nébuleuse, mais pas très large. Un peu plus forte que 623,0 et 614,3.
	598,8 environ.	Raie très nébuleuse. Assez faible.
	592,5 environ.	Milieu apparent du maximum de lumière d'une petite bande, ou raie très nébuleuse. Intensité assez modérée, mais bien plus marquée que 598,8.

λ	
Vers 581,5.........	Commencement très indécis d'nne bande croissant vers la droite.
575,0 environ.	Raie nébuleuse. Assez visible sur le fond au premier instant, mais s'y perdant bientôt.
β 569,8.........	Raie très nébuleuse. Beaucoup plus forte que 575,0. Termine la bande.
562,3 environ.	Milieu apparent de l'ensemble d'une bande très nébuleuse. Assez facilement visible. Plus dégradée à droite qu'à gauche. Large de 8λ environ.

» *Silice et* Zα. — De la silice (du $SiCl^4$), additionnée de $\frac{1}{240}$ de $Z\alpha^2O^3$, fut arrosée avec SH^2O^4 et fortement calcinée. La fluorescence est brillante et d'un beau jaune. Une forte bande jaune dissymétrique est le trait saillant du spectre. On aperçoit les bandes atténuées de Zβ, cette terre existant en petite proportion dans la Zα employée. Si l'on prolonge l'action du flux électrique, les bandes, qui sont clairement dues à Zα, s'affaiblissent assez sensiblement, tandis que les autres, et en particulier celles de Zβ, restent à peu près inaltérées.

	λ	
	Vers 654,2.........	Milieu apparent d'une assez faible et large bande très nébuleuse. Se voit aussi, mais un peu moins bien, avec SiO^2 + Zβ (Zβ contient un peu de Zα).
	618,6 environ..	Milieu d'une petite bande nébuleuse. Intensité modérée. N'occupe pas exactement la même position dans SiO^2 + Zβ.
α	Vers 605,4.........	Commencement très indécis de la bande jaune.
α	α 577,8 à 577,4..	Milieu du maximum de lumière du renforcement, ou grosse raie indécise et très nébuleuse. Forte. Cette position varie un peu avec l'intensité et avec la largeur de la fente.
α	Vers 556,7.........	Fin très nébuleuse, mais moins vague que le commencement de la bande.
β	Vers 501,9.........	Commencement très vague d'une bande lentement dégradée du centre vers les bords et facilement visible. *Beaucoup* plus faible que la bande jaune.
β	Vers 468,4.........	Fin très vague de la bande.
	457,3 environ..	Milieu de la partie la plus lumineuse d'une bande très nébuleuse et d'une intensité assez modérée. Notablement plus faible que la précédente. Large de 6 à 7 λ environ.
	456,0 environ..	Milieu apparent de l'ensemble de la bande.

» *Zircone et* Zα. — Du chlorure de zirconium, additionné de Zα, fut arrosé de SH^2O^4 et fortement calciné. Avec $\frac{1}{100}$ de $Z\alpha^2O^3$ dans la zircone, on obtient une fluorescence jaune, assez jolie au premier instant, mais s'affaiblissant très vite sous l'action du flux électrique. Le spectre se compose de deux bandes, une jaune et une bleue, portant l'une et l'autre quelques raies nébuleuses. L'aspect est bien différent de celui de $SiO^2 + Z\alpha$.

	λ.	
α	Vers 600,0.........	Commencement très vague de la bande.
	591,3 environ..	Raie nébuleuse. D'intensité modérée au premier instant, mais s'évanouit rapidement.
	585,7 environ..	Raie nébuleuse. Facilement visible au premier instant. S'affaiblit très vite. Notablement plus forte que 591,3.
	α 579,3.........	Raie un peu nébuleuse, ou nébuleuse. Assez grosse. Très bien marquée au premier instant, puis s'affaiblit sans s'éteindre. Bien plus forte que 585,7.
	Vers 561,4.........	Fin très vague de la bande.
β	Vers 499,7.........	Commencement très vague de la bande. Le fond croît assez rapidement jusqu'à la raie β 491,15.
	β 491,15 environ.	Milieu apparent d'une grosse raie très nébuleuse et assez peu distincte sur le fond, surtout à gauche où il y a plus de lumière qu'à droite. Assez bien marquée au premier instant, mais s'affaiblit vite. *Notablement* moins forte que α 579,3.
	Vers 470 à 471	Fin *très vague* de la bande.

» *Silice et* Zβ. — De la silice (du $SiCl^4$), additionnée de $\frac{1}{210}$ de $Z^2\beta O^3$, fut arrosée de SH^2O^4 et fortement calcinée. La fluorescence est brillante et presque blanche au premier instant, puis elle prend une teinte verte. Cet effet vient de ce que la bande jaune de Zα (la Zβ employée contient un peu de Zα) s'affaiblit, tandis que la forte bande verte de Zβ conserve son éclat. Si l'on a égard aux proportions de Zβ et de Zα en présence, on voit que la réaction fluorescente de Zα est ici beaucoup plus sensible que celle de Zβ; c'est aussi ce qu'on observe dans plusieurs autres milieux solides.

λ.	
Vers 654,2.........	Milieu apparent d'une large et faible bande très nébuleuse. Se voit aussi et même mieux, avec $SiO^2 + Z\alpha$.
621,8 environ..	Milieu d'une petite bande nébuleuse. Intensité très modérée. Un peu plus forte que 654,2. N'a pas été trouvée en même position dans $SiO^2 + Z\alpha$.

	λ.	
	553,9 environ..	Commencement nébuleux, mais pas vague, d'une bande assez forte.
	549,65 environ.	Milieu d'une raie assez grosse et nébuleuse se projetant sur la bande. Assez forte. Forme le premier renforcement de la bande.
α	544,39 environ.	Maximum de lumière, ou raie nébuleuse. Moins grosse et moins marquée que 549,65. Se projette sur la gauche du second renforcement de la bande.
	543,26 environ.	Milieu de l'ensemble du second renforcement.
	539,5 *environ*..	Fin *nébuleuse*, mais pas vague, de la bande.
	Vers 503,7.........	Commencement *très vague* d'une large bande.
	Vers 492,0.........	Milieu apparent du maximum d'intensité. Tombe à gauche du milieu général.
	Vers 489,8.........	Milieu apparent de l'ensemble de la portion notablement éclairée. La bande est facilement visible, mais *beaucoup* plus faible que α.
	Vers 479,2.........	Fin très vague de la bande.
	471,3 environ..	Milieu apparent d'une bande très nébuleuse d'intensité assez modérée. Notablement plus faible que la précédente. Large de 10λ environ.
	Vers 458,0.........	Milieu apparent de l'ensemble de la bande.
	Vers 457,3.........	Milieu apparent de la partie la plus lumineuse d'une petite bande très nébuleuse. Dégradée de droite à gauche. Un peu plus forte que la précédente. Large de 5 à 6λ.
	β 439,25........	Milieu d'une grosse raie nébuleuse. Bien marquée. Forme le bord gauche d'une bande dégradée à droite.
β	435,49........	Milieu d'une raie nébuleuse, moins grosse que β 439,25. Intensité modérée sur le fond.
	Vers 433,0.........	Fin très vague de la bande.
	Vers 413,6.........	Milieu apparent du maximum de lumière d'une bande très nébuleuse, surtout à gauche. Intensité modérée. Large de 8 à 9λ environ. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. J. Mugnier adresse une Note relative à l'art de guérir.

(Renvoi à la Section de Médecine.)

M. **A. Pépos** adresse une Note relative à un mode de direction des ballons.

(Renvoi à la Commission des aérostats.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Ministre du Commerce, de l'Industrie et des Colonies** invite l'Académie à lui présenter une liste de candidats pour la chaire de Chimie générale au Conservatoire des Arts et Métiers, chaire devenue vacante par suite de la mise à la retraite de M. *Peligot*, sur sa demande.

(Renvoi à la Section de Chimie.)

M. le **Maire de la ville de Dax** (Landes) informe l'Académie qu'une souscription est ouverte pour élever une statue au chevalier *J.-Ch. de Borda*, né dans cette ville le 4 mars 1733.

La ville de Dax serait heureuse que l'Académie voulût bien prendre cette entreprise sous son haut patronage et participer à la souscription.

(Renvoi à la Commission administrative.)

M. **Suess**, nommé Correspondant pour la Section de Minéralogie, adresse ses remerciements à l'Académie.

M. **Pomel**, nommé Correspondant pour la Section de Minéralogie, adresse ses remerciements à l'Académie.

MM. **P. Appell**, **J. Bœckel**, **Caspari**, **Charlois**, **A. Combes**, **Drake del Castillo**, **J.-H. Fabre**, **de Ferry de la Bellone**, **François-Franck**, **J. Gad** et **J.-F. Heymans**, **F. Gonnessiat**, **F. Henneguy**, **J.-V. Laborde**, **J.-V. Laborde** et **Magnan**, **A. Laveran**, **A.-Michel Lévy**, **P. Loye**, **J. Morin**, **H.-L. Petit**, **Prillieux**, **Raoult**, **L. Roule**, **P. Vieille**, **Widmann** adressent leurs remerciements à l'Académie pour les distinctions accordées à leurs travaux dans la dernière séance publique.

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète Borrelly, faites à l'observatoire d'Alger au télescope de* $0^m,80$ *et à l'équatorial coudé;* par MM. **Trépied, Rambaud** et **Renaux**. Communiquées par M. Lœwy.

Dates 1889.	Étoiles de comparaison.	Grand.	(☄ — ★). Æ.	(☄ — ★). Déclin.	Nombre de compar.	Obs.
			m s	′ ″		
Déc. 23....	*a* W_2 nº 545 18ʰ	9	—0.35,90	—5.19,2	8:8	T
23....	*a* Id.	»	—0.36,37	—5.44,0	8:8	Rᵈ
24....	*b* W_2 nº 550 18ʰ	9	+0.19,61	—6.37,1	14:14	Rᵈ
24....	*b* Id.	»	+0.20,39	—7.23,7	8:8	Rˣ
24....	*b* Id.	»	+0.21,60	—8.34,8	10:10	T
27....	*c* W_2 nº 643 18ʰ	8	—0. 0,28	—7. 0,1	12:12	Rᵈ
30....	*d* Lal. nº $\frac{34330+34331}{2}$	8	+0.14,24	—6.32,5	7:4	Rᵈ

Positions des étoiles de comparaison.

Dates 1889.	Étoiles.	Ascension droite moy. 1889,0.	Réduction au jour.	Déclinaison moy. 1889,0.	Réduction au jour.	Autorités.
		h m s	s	° ′ ″	″	
Déc. 23......	*a*	18.20.14,06	—0,40	+37.13.48,4	+2,5	W_2
24......	*b*	18.20.22,87	—0,33	+36. 5. 0,6	+2,2	W_2
27......	*c*	18.23.53,32	—0,15	+32.23.25,0	+1,6	W_2
30......	*d*	18.26.43,85	+0,09	+28.25. 6,4	+0,9	Lalande

Positions apparentes de la comète.

Dates 1889.	Temps moyen d'Alger.	Ascension droite.	Log. fact. parall.	Déclinaison.	Log. fact. parall.
	h m s	h m s		° ′ ″	
Déc. 23......	6.23. 9	18.19.37,76	$\bar{1}$,773	+37. 8.31,8	0,649
23......	6.32.30	18.19.37,29	$\bar{1}$,772	+37. 8. 7,0	0,666
24......	6. 9.35	18.20.42,15	$\bar{1}$,767	+35.58.25,7	0,636
24......	6.24.39	18.20.42,93	$\bar{1}$,766	+35.57.29,1	0,662
24......	6.42.57	18.20.44,14	$\bar{1}$,762	+35.56.28,0	0,693
27......	6.18.55	18.23.52,89	$\bar{1}$,747	+32.16.26,5	0,682
30......	6.39.33	18.26.58,10	$\bar{1}$,721	+28.18.34,8	0,730

» Nébulosité un peu allongée, 2′ environ d'étendue. Les mesures se rapportent à la partie centrale plus brillante.

» *Nota.* — La dernière observation du 24 décembre a été faite à l'équatorial coudé. »

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète Brooks (6 juillet 1889), faites à l'observatoire de Nice, avec l'équatorial de* 0m,38; par M. D. Eginitis. Communiquées par M. Wolf.

Dates 1889.	ΔR.	Refr.	ΔP.	Refr.	Nombre de comp.	⋆.
	m s	s	′ ″	″		
Nov. 13.....	−2.40,68	−0,02	+3.52,1	+0,5	4:4	1
15.....	−4.41,89	0,00	−2.55,9	−0,4	4:4	2
16.....	−0.46,17	0,00	+2.56,5	+0,3	8:10	3
18.....	+1.14,71	0,00	+3.49,6	+0,3	4:4	4
19.....	−0.12,33	−0,01	−1.57,0	−0,4	11:11	5
20.....	+1.24,70	−0,01	+2.21,5	+0,4	6:6	6
22.....	+0.28,36	−0,01	+2.18,2	+0,4	8:8	7
23.....	−1.10,55	0,00	−2.27,9	−0,3	6:6	8

Étoiles de comparaison.

⋆.	Grandeur.	Asc. droite moyenne 1889,0.	Réduction au jour.	Dist. pol. moyenne 1889,0.	Réduction au jour.	Autorités.
		h m s	s	° ′ ″		
1...	9	23.49.10,23	+2,26	90.53.46,6	−14,9	Lamont$_1$, n° 9344
2...	9	23.52.23,79	+2,26	90.44.40,4	−14,8	Lam$_1$ 9361 + Schj 9937 + Sant$_4$ 1408
3...	7	23.49. 5,66	+2,24	90.30.30,8	−14,8	Glasgow Catal. 6346
4...	10	23.48.29,48	+2,21	90.12.19,8	−14,8	Lam$_1$ 9339 + Rümker 11726
5...	9	23.50.45,37	+2,22	90. 8.10,2	−14,7	Observations, Paris, 1882 (Lal. 46918)
6...	9	23.49.52,71	+2,20	89.55.16,8	−14,7	Lam$_1$ 9346 + Schj 9919
7...	10	23.52.26,65	+2,19	89.37.11,5	−14,7	Lamont$_1$ 9357 (1)
8...	8	23.54.53,16	+2,20	89.33. 6,0	−14,7	Lamont$_1$ 9375 + Rümker 11858

Positions de la comète.

Dates 1889.	Temps moyen de Nice.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parall.	Dist. pol. apparente.	Log. fact. parall.
	h m s	h m s		° ′ ″	
Nov. 13.........	11.37.20	23.46.31,79	$\bar{1}$,522	90.57.24,3	0,789$_n$
15.........	9. 4.58	23.47.44,16	$\bar{2}$,993	90.41.29,4	0,790$_n$
16.........	8. 3.40	23.48.21,73	$\bar{3}$,398$_n$	90.33.12,8	0,793$_n$
18.........	7.48.46	23.49.46,40	$\bar{2}$,284$_n$	90.15.54,9	0,791$_n$

(1) L'étoile est erronée dans Lamont en R et P. Nous l'avons rapportée à Lamont$_1$ 9375 + Rümker 11858.

Dates. 1889.	Temps moyen de Nice.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parall.	Dist. pol. apparente.	Log. fact. parall.
	h m s	h m s		° ′ ″	
Nov. 19.........	10.22.33	23.50.35,25	$\bar{1}$,414	90. 5.58,1	$0,789_n$
20.........	9.27.44	23.51.19,60	$\bar{1}$,251	89.57.24,0	$0,789_n$
22.........	9.40.36	23.52.57,11	$\bar{1}$,320	89.39.15,3	$0,785_n$
23.........	8.12.30	23.53.44,81	$\bar{2}$,732	89.30.23,1	$0,785_n$

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les fonctions elliptiques.* Note de M. **Paul Appell**, présentée par M. Hermite.

« La représentation des fonctions elliptiques par le quotient de fonctions Θ peut être justifiée, *a priori*, à l'aide des considérations suivantes qui paraissent pouvoir être étendues aux fonctions de 2 variables avec quatre groupes de périodes.

» Soit $f(x)$ une fonction uniforme doublement périodique aux périodes ω et ω', se comportant comme une fraction rationnelle en tous les points à distance finie; cette fonction est le quotient de deux fonctions entières $\varphi(x)$ et $\psi(x)$ n'ayant pas de zéros communs et vérifiant les deux identités

$$\frac{\varphi(x+\omega)}{\psi(x+\omega)} = \frac{\varphi(x)}{\psi(x)}, \quad \frac{\varphi(x+\omega')}{\psi(x+\omega')} = \frac{\varphi(x)}{\psi(x)},$$

qui expriment que la fonction $f(x)$ admet les deux périodes ω et ω'. La première de ces identités montre que les fonctions entières $\varphi(x)$ et $\varphi(x+\omega)$ ont les mêmes zéros, c'est-à-dire que leur quotient, qui n'admet plus ni zéros ni infinis, est de la forme $e^{g(x)}$, $g(x)$ désignant une fonction entière. On a donc

$$(1) \qquad \frac{\varphi(x+\omega)}{\varphi(x)} = \frac{\psi(x+\omega)}{\psi(x)} = e^{g(x)};$$

on verrait de même que

$$(2) \qquad \frac{\varphi(x+\omega')}{\varphi(x)} = \frac{\psi(x+\omega')}{\psi(x)} = e^{h(x)},$$

où $h(x)$ désigne une fonction entière. Proposons-nous maintenant de simplifier, autant que possible, la forme de ces relations. D'après un Mémoire de M. Guichard (*Annales de l'École Normale*, novembre 1887), on sait qu'il

existe une infinité de fonctions entières $\lambda(x)$ vérifiant l'identité

$$(3) \qquad \lambda(x+\omega)-\lambda(x)=g(x);$$

une de ces fonctions $\lambda(x)$ étant choisie, désignons par $\mu(x)$ une fonction entière quelconque *admettant la période* ω, et posons

$$\Phi(x)=\varphi(x)e^{-\lambda(x)-\mu(x)}, \qquad \Psi(x)=\psi(x)e^{-\lambda(x)-\mu(x)},$$

de telle façon que la fonction $f(x)$ soit égale au quotient des nouvelles fonctions entières $\Phi(x)$ et $\Psi(x)$. En vertu des relations (1), (2) et (3), on aura, en posant, pour abréger,

$$h(x)-\lambda(x+\omega')+\lambda(x)=\nu(x),$$

les équations

$$(4) \qquad \Phi(x+\omega)=\Phi(x), \qquad \Phi(x+\omega')=e^{\nu(x)-\mu(x+\omega')+\mu(x)}\Phi(x),$$

et pour Ψ les mêmes équations. Comme les fonctions $\Phi(x)$ et $\mu(x)$ admettent la période ω, la seconde des équations (4) donne

$$e^{\nu(x+\omega)}=e^{\nu(x)}, \qquad \nu(x+\omega)=\nu(x)-2mi\pi,$$

m désignant un entier. Cette dernière relation, écrite sous la forme

$$\nu(x+\omega)+\frac{2mi\pi}{\omega}(x+\omega)=\nu(x)+\frac{2mi\pi}{\omega}x,$$

montre que la fonction entière

$$\nu(x)+\frac{2mi\pi}{\omega}x$$

admet la période ω et peut, par conséquent, être développée, par la formule de Fourier, en une série de la forme

$$\nu(x)+\frac{2mi\pi}{\omega}x=\sum_{n=-\infty}^{n=+\infty}a_n e^{\frac{2ni\pi}{\omega}x},$$

procédant suivant les puissances positives et négatives de $e^{\frac{2\pi x i}{\omega}}$. La fonction entière $\mu(x)$, qui, jusqu'à présent, a été assujettie à la seule condition d'admettre la période ω, est développable en une série de même forme. La méthode des coefficients indéterminés montre immédiate-

ment (¹) que l'on peut déterminer $\mu(x)$ de telle façon que

$$\mu(x+\omega') - \mu(x) = \nu(x) + \frac{2mi\pi}{\omega}x - a_0.$$

» D'après ce choix de la fonction $\mu(x)$, les relations (4) se simplifient, et l'on arrive à cette conclusion, que la fonction doublement périodique $f(x)$ peut être mise sous la forme du quotient de deux fonctions entières $\Phi(x)$ et $\Psi(x)$, admettant l'une et l'autre la période ω et vérifiant, en outre, les relations

$$\Phi(x+\omega') = e^{-\frac{2mi\pi}{\omega}x+a_0}\Phi(x), \qquad \Psi(x+\omega') = e^{-\frac{2mi\pi}{\omega}x+a_0}\Psi(x).$$

» Ces fonctions Φ et Ψ sont développables en séries procédant suivant les puissances positives et négatives de $e^{\frac{2\pi x i}{\omega}}$; ces séries devant être convergentes, l'entier m est nécessairement positif quand le signe du rapport des périodes est choisi comme d'habitude, et les fonctions Φ et Ψ, calculées par la méthode des coefficients indéterminés, conduisent, comme il est bien connu, aux fonctions Θ.

» On voit quel intérêt il y aurait à étendre ces considérations aux fonctions quadruplement périodiques de deux variables. C'est ce qu'il semble possible de faire, en s'appuyant sur ce théorème de M. Poincaré :

» *Une fonction de deux variables, qui se comporte à distance finie comme une fraction rationnelle, peut être mise sous la forme du quotient de deux fonctions entières ne s'annulant simultanément qu'aux points où la fonction est indéterminée* (*Acta mathematica*, t. II). »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les intégrales rationnelles des équations du premier ordre.* Note de M. **P. Painlevé**, présentée par M. Darboux.

« Bien des questions se ramènent à la recherche des intégrales rationnelles des équations différentielles. Étant donnée une équation différentielle d'ordre quelconque, on peut toujours trouver les polynômes qui vérifient cette équation, en déterminant une limite supérieure de leur degré. Plus généralement, si l'on connaît le nombre de racines distinctes

---

(¹) Voyez encore le Mémoire de M. Guichard (*Annales de l'École Normale*, 1887, p. 377 à 379), où se trouve une analyse toute semblable.

de l'équation $y_0 = R(x)$, pour une certaine valeur y_0 de y, par exemple, le nombre des pôles distincts de $R(x)$ (ou une limite supérieure de ce nombre), on peut calculer les intégrales rationnelles $y = R(x)$, en déterminant une limite supérieure du degré des deux termes de $R(x)$. C'est ce qui se présente dans le cas des équations linéaires, dans le cas des équations du premier ordre telles que, pour une certaine valeur y_0 de y, toutes les valeurs de y' soient nulles quel que soit x (y_0 n'étant pas un point critique de y'), etc. Mais ce sont là des conditions exceptionnelles. J'indiquerai ici une méthode qui permet *de résoudre sûrement la question pour les équations différentielles de la forme*

$$(1) \qquad y' = F(y, x) = \frac{P(y, x)}{Q(y, x)},$$

où P *et* Q *sont deux polynômes en* y *et* x.

» Si (x_0, y_0) vérifient la relation

$$(2) \qquad Q(x_0, y_0) = 0,$$

x_0 est un point critique de l'intégrale y qui prend, pour $x = x_0$, la valeur y_0; à moins toutefois que (x_0, y_0) ne satisfassent aussi à la relation $P = 0$.

» D'après cela, la courbe

$$(3) \qquad y = R(x)$$

ne peut rencontrer la courbe (2) qu'en des points qui lui soient communs avec la courbe $P = 0$. Pour éviter toute discussion relative aux points à l'infini, admettons qu'on ait effectué *respectivement* sur x et y la transformation homographique à une variable la plus générale. Dans ces conditions, $P = 0$, $Q = 0$ n'ont de points communs qu'à distance finie : soit (x_0, y_0) un de ces points. On sait reconnaître si l'équation (1) admet des intégrales holomorphes prenant pour x_0 la valeur y_0, et déterminer, pour ces intégrales, l'ordre de $(y - y_0)$ par rapport à $(x - x_0)$. On en déduit aussitôt l'ordre maximum de multiplicité du point (x_0, y_0) considéré comme point de rencontre de (2) et de (3). En faisant ce calcul pour tous les points tels que (x_0, y_0), on obtient une limite supérieure μ du nombre de points de rencontre (distincts ou confondus) des courbes (2) et (3). Soient m le degré de Q, n celui des deux termes de R; la courbe (3) est de degré $(n+1)$; on a donc

$$\mu \leq m(n+1);$$

d'où l'on déduit une limite de n. Les intégrales $R(x)$ se calculent dès lors algébriquement. La méthode n'est en défaut que si l'équation (1) est une équation de Ricatti, pour laquelle la question peut se traiter directement.

» Considérons maintenant l'équation

$$(4) \qquad f(y'; y, x) = 0,$$

irréductible par rapport à (y', y), dont le premier membre est un polynôme en (y', y) et dépend algébriquement de x.

» Si f est irrationnel en x, on peut l'écrire

$$f = f_1 + \alpha f_2 + \ldots + \alpha^{q-1} f_q,$$

$f, f_1, f_2, \ldots$ étant rationnels en y', y, x, et α désignant une irrationnelle en x définie par une relation irréductible de degré q. Toute intégrale rationnelle de (1) doit vérifier les relations $f_1 = 0$, $f_2 = 0$, ...; il en résulte que ces intégrales s'obtiennent algébriquement. Si, au contraire, f est rationnel en x, *et de genre* 0 *par rapport à* (y', y), on ramène par des opérations purement algébriques l'équation (4) à la forme (1), et on lui applique la méthode.

» La méthode s'étend encore aux équations

$$(5) \qquad y' = A(y, x) + B(y, x)\sqrt{C(y, x)};$$

il suffit de raisonner sur la courbe $C = 0$ comme plus haut sur la courbe (2). Le procédé est en défaut si la relation $C = 0$ définit des intégrales singulières de (5). Dans ce cas, on résout encore la question, *si* A *est nul*, en considérant les infinis de y'. Plus généralement, s'il existe une courbe $H(y_0, x_0) = 0$, telle que, pour (x_0, y_0), toutes les valeurs de y' définies par (4) soient infinies (ou mal déterminées), la méthode précédente s'applique. Par exemple, elle fournit toutes les intégrales rationnelles des équations

$$(6) \qquad y'^p = F(y, x),$$

à moins toutefois que l'intégrale générale n'ait que des points critiques fixes; dans ce cas, l'équation s'intègre algébriquement, ou se ramène soit à une équation de Ricatti soit à une quadrature :

$$(7) \qquad y' = J(x)\sqrt{(y-a)(y-b)(y-c)(y-d)}.$$

» Cette équation est la seule équation de la forme (6) dont on ne puisse calculer algébriquement les intégrales rationnelles. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur la distribution du courant dans les conducteurs à trois dimensions*. Note de M. **P. Joubin**, présentée par M. Mascart.

« Maxwell applique à la distribution du flux électrique dans un conducteur à trois dimensions les mêmes principes qu'en Électrostatique, par exemple le principe des images de Thomson. Je me suis proposé de vérifier expérimentalement que, étant donné un flux d'électricité $+m$ par unité de temps émané d'un point A d'un milieu conducteur en contact avec un deuxième milieu par un plan indéfini P, on peut remplacer pour tous les points du premier milieu le plan par un flux $\frac{K_2-K_1}{K_2+K_1}m$ émanant du point A′ symétrique de A; K_1 et K_2 étant les résistances spécifiques des deux milieux, si $\frac{K_2}{K_1}$ est très petit, ce flux devient sensiblement $-m$. On en déduit que le flux qui traverse un élément dS du plan P est proportionnel à l'angle sous lequel on le voit du point A, ou, en appelant ρ la distance de A à dS, en raison inverse de ρ^3.

» Le point A est une électrode à la Wollaston, reliée au pôle positif d'une pile. Le plan P est formé par deux feuilles de cuivre circulaires, de 22^{cm} de diamètre, fendues le long d'un rayon chacune d'une ouverture de 1^{cm} de large, les deux ouvertures étant superposées. Entre elles, on dispose une lame de platine rétablissant la continuité du plan. Enfin les deux lames sont serrées fortement l'une contre l'autre au moyen de vis de pression et placées au fond d'un vase de même diamètre sur une couche de mercure en communication avec l'autre pôle de la pile. Entre ces deux électrodes, on électrolyse une solution de sulfate de cuivre.

» L'expérience terminée, on retire la lame de platine et l'on analyse le dépôt en le dissolvant de centimètre en centimètre dans l'acide azotique. On a ainsi la quantité moyenne de cuivre par unité de surface, c'est-à-dire une grandeur proportionnelle au flux, pour des abscisses croissant de 1^{cm} à partir du centre dans le sens du rayon. Au moyen des rectangles élémentaires représentant les poids de cuivre, on peut tracer une courbe. Soient a la distance normale $AP = 4^{cm}$, x l'abscisse du point où la densité est σ; cette courbe doit être représentée par une équation de la forme $\sigma = \frac{A}{(a^2+x^2)^{\frac{3}{2}}}$, et l'intégrale $\int \sigma\, dx = \frac{A}{a^2}\frac{x}{(a^2+x^2)^{\frac{1}{2}}}$, effectuée entre les limites successives 0-1, 1-2, .., donner les poids trouvés par expérience. No-

tons que, a étant connu, une seule constante A entre dans la formule. Voici les résultats de la comparaison avec la courbe $\sigma = \frac{5230}{(16+x^2)^{\frac{3}{2}}}$:

x.	$\int \sigma\, du$.	Expériences.	x.	$\int \sigma\, du$.	Expériences.
	mgr			mgr	
0-1	79	77	5-6	17	15
1-2	68	70	6-7	12	11,5
2-3	50	50	7-8	9	9
3-4	36	39	8-9	6	7,5
4-5	23	22,5	9-10	5,5	6,5
			10-11	4	4,5

» Ces nombres sont très concordants. Remarquons que le poids total déposé était de $317^{mgr},5$; l'intégrale $\int_0^\infty \sigma\, dx = 327^{mgr}$ n'en diffère que de 0,06. Le plan conducteur pouvait donc être regardé comme indéfini. Les 10^{mgr} manquants s'étaient déposés sur le mercure et un peu sous le platine, dont l'adhérence n'était pas absolue. On voit d'ailleurs que sur les bords il y a de légères perturbations.

» On peut donc conclure que, dans le cas très simple étudié, l'extension du principe des images à l'électricité dynamique est légitime ; que les surfaces de flux et équipotentielles sont les mêmes qu'en Électrostatique. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur la valeur absolue des éléments magnétiques au 1er janvier* 1890. Note de M. Th. Moureaux, présentée par M. Mascart.

« *Parc Saint-Maur.* — Les observations magnétiques ont été poursuivies en 1889 avec les mêmes appareils et d'après les mêmes méthodes que les années précédentes. Le dépouillement des courbes du magnétographe est effectué pour toutes les heures du jour, et les valeurs correspondant aux repères sont établies par des mesures absolues, répétées toutes les semaines au moins. La sensibilité des appareils de variations est également vérifiée par de fréquentes graduations.

» Les valeurs absolues des éléments magnétiques au 1er janvier 1890 sont déduites de la moyenne des observations horaires, relevées pendant les journées du 31 décembre 1889 et du 1er janvier 1890. La variation séculaire des divers éléments en 1889 a été obtenue par comparaison

entre les valeurs suivantes et celles qui ont été données pour le 1er janvier 1889 (1) :

	Valeurs absolues au 1er janvier 1890.	Variation séculaire en 1889.
Déclinaison	15°41′,4	— 6′,0
Inclinaison	65°12′,2	— 1′,5
Composante horizontale	0,19524	+ 0,00016
Composante verticale	0,42261	— 0,00014
Force totale	0,46553	— 0,00006

» L'observatoire du Parc Saint-Maur est situé par 0°9′23″ de longitude est, et 48°48′34″ de latitude nord.

» La variation diurne de la déclinaison, qui s'était élevée à 10′,9 en 1884, a diminué peu à peu en 1889 : elle est seulement de 7′,2. Toutefois, l'amplitude est un peu plus grande en novembre et décembre derniers que dans les mêmes mois de 1888 : il semble donc que le minimum de la période undécennale soit atteint, et puisse être fixé à octobre-novembre 1889, époque qui correspond précisément à un minimum très marqué d'activité solaire.

» *Perpignan.* — L'observatoire météorologique et magnétique de Perpignan, dirigé par M. le Dr Fines, est situé par 0°32′45″ de longitude est, et 42°42′8″ de latitude nord. Les observations magnétiques y sont faites au moyen d'instruments semblables à ceux de l'observatoire du Parc Saint-Maur, et calculées d'après les mêmes méthodes.

» Les valeurs des éléments magnétiques au 1er janvier 1890, déduites des 24 observations horaires relevées ce jour au magnétographe et rapportées aux mesures absolues faites les 23, 30 et 31 décembre 1889, sont les suivantes :

	Valeurs absolues au 1er janvier 1890.	Variation séculaire en 1889.
Déclinaison	14°29′,0	— 5′,1
Inclinaison	60°18′,5	— 0′,7
Composante horizontale	0,22205	+ 0,00012
Composante verticale	0,38943	+ 0,00002
Force totale	0,44829	+ 0,00008

» La variation séculaire est donnée par la différence entre les valeurs ci-dessus et celles qui ont été communiquées pour le 1er janvier 1889. »

(1) *Comptes rendus*, t. CVIII, p. 56; 1889.

CHIMIE. — *Sur les pouvoirs réfringents des sels simples en dissolution.* Note de M. E. DOUMER, présentée par M. Arm. Gautier.

« Une Note récente de M. B. Walter, parue aux *Annales de Wiedemann* ([1]), relative aux pouvoirs réfringents des sels, m'oblige à publier des recherches sur ce même sujet que je poursuis depuis plus de cinq ans. Mes observations ont porté sur 90 sels, tandis que 8 seulement ont été examinés par M. Walter.

» Je me suis servi, pour la détermination des pouvoirs réfringents, du *réfractomètre* de M. Trannin. Cet appareil permet de mesurer avec une grande précision les pouvoirs réfringents des solutions salines par rapport à l'eau, à la condition de n'opérer que sur des solutions très diluées. Dans mes expériences, les concentrations ont varié de 0,2 à 8 pour 100, suivant les cas.

» Soient μ le pouvoir réfringent par rapport à l'eau du sel étudié; P_m le poids moléculaire de ce sel; j'appelle *pouvoir réfringent moléculaire* du sel par rapport à l'eau le produit $\mu.P_m$.

» *Résultats.* — Les Tableaux suivants contiennent les résultats que j'ai obtenus avec les sels simples, et, pour chaque type de sel, la moyenne $\mu.P_m$:

Chlorures.

$M'Cl$.

	P_m.	μ.	$\mu.P_m$.
LiCl	42,5	0,560	22,8
AzH⁴Cl	53,5	0,370	19,9
NaCl	58,5	0,394	23,0
KCl	74,5	0,278	20,7
RbCl	120,5	0,176	21,3
CsCl	170	0,121	21,5

Moyenne de $\mu.P_m$: **21,5**

$M''Cl^2$.

	P_m.	μ.	$\mu.P_m$.
$MgCl^2$	95	0,415	39,5
$CaCl^2$	111	0,402	44,6
$CuCl^2$	134	0,300	40,2
$NiCl^2$	130	0,310	40,3
$CoCl^2$	130	0,311	40,5
$MnCl^2$	126	0,341	43,0
$SrCl^2$	158,5	0,280	44,4
$CdCl^2$	183	0,240	43,9
$BaCl^2$	208	0,230	47,8

Moyenne de $\mu.P_m$: **42,8**

$M'''Cl^3$.

$AuCl^3$	303	0,190	57,6

$M^{IV}Cl^4$.

$PtCl^4$	336	0,267	89,8

([1]) *Annalen der Physik und Chemie*, n° 9; 1889, p. 107.

Azotates.

$M'AzO^3$.

	P_m.	μ.	μP_m.
$LiAzO^3$......	69	0,290	20,1
AzH^4AzO^3...	80	0,235	18,8
$NaAzO^3$......	85	0,258	21,9
$KAzO^3$......	101	0,231	23,3
$AgAzO^3$.....	170	0,143	24,3

Moyenne de μP_m : **21,7**

$M''Az^2O^6$.

	P_m.	μ.	μP_m.
$CaAz^2O^6$.....	164	0,270	44,3
$CuAz^2O^6$.....	188	0,212	39,8
$SrAz^2O^6$.....	211	0,197	41,6
$BaAz^2O^6$.....	261	0,181	46,9

Moyenne de μP_m : **43,1**

Chlorates.

$NaClO^3$......	107	0,216	23,1
$KClO^3$.......	122,6	0,155	19,0

Moyenne de μP_m : **21,0**

Bromates.

$NaBrO^3$......	158	0,131	20,7
$KBrO^3$......	167	0,150	25,1

Moyenne de μP_m : **22,8**

Iodates.

KIO^3........	214	0,106	22,8

Sulfates : $SO^4M'^2$.

Li^2SO^4.......	110	0,366	40,3
$(AzH^4)^2SO^4$..	132	0,325	42,9
Na^2SO^4......	142	0,271	38,5
K^2SO^4.......	174	0,248	43,1
Rb^2SO^4......	266	0,164	43,7
Ag^2SO^4......	312	0,144	45,2
Cs^2SO^4......	361	0,125	44,3

Moyenne de μP_m : **42,5**

Sulfates de sesquioxydes.

$Al^2(SO^4)^3$ ...	342,8	0,381	130,5
$Fe^2(SO^4)^3$....	400	0,362	135,0

Moyenne de μP_m : **132,8**

Phosphates.

$NaPO^3$.......	102	0,198	20,2
$Na^4P^2O^7$.....	266	0,295	78,4
NaH^2PO^4....	120	0,200	24,0
Na^2HPO^4....	142	0,292	41,5
Na^3PO^4......	164	0,392	64,3
$(AzH^4)^2HPO^4$	132	0,326	43,1

Carbonates.

Li^2CO^3......	74	0,577	42,7
Na^2CO^3......	106	0,377	40,0
K^2CO^3.......	138	0,297	40,8

Moyenne de μP_m : **41,2**

Sulfates : SO^4M''.

$MnSO^4$......	151	0,288	43,5
$FeSO^4$.......	152	0,284	43,2
$NiSO^4$.......	155	0,265	40,8
$CoSO^4$.......	155	0,255	39,5
$CuSO^4$.......	159,4	0,282	44,9
$ZnSO^4$.......	161	0,275	44,3
$CdSO^4$.......	208	0,220	45,7

Moyenne de μP_m : **43,1**

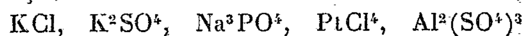
Sels divers.

Na^3AsO^4.....	206	0,298	61,4
$NaC^2H^3O^2$...	82	0,240	19,7
$KC^2H^3O^2$....	98	0,225	22,1
$K^2C^2O^4$......	166	0,220	36,5
$(AzH^4)^2C^2O^4$.	124	0,329	40,8
$Zn(C^3H^5O^3)^2$.	243	0,200	48,6

Conclusions. — Ces résultats nous conduisent aux conclusions suivantes :

» 1° *Tous les sels formés par un même acide ont même pouvoir réfringent moléculaire lorsqu'ils sont construits sur le même type.* Ainsi : $\mu.P_m$ pour les chlorures $M'Cl = 21,5$, $\mu.P_m$ pour les sulfates $M''SO^4 = 42,8$ environ.

» 2° *Les pouvoirs réfringents des sels qui appartiennent à des types différents sont sensiblement des multiples d'un même nombre.* Ainsi les sels


KCl, K^2SO^4, Na^3PO^4, $PtCl^4$, $Al^2(SO^4)^3$

ont respectivement pour pouvoirs réfringents moléculaires :

20,7, 43,1, 64,3, 89,8, 130,5.

» 3° *Les pouvoirs réfringents moléculaires des sels sont fonctions du nombre de valences de l'élément métallique qui entre dans leur construction.*

» Ainsi, dans l'exemple que l'on vient de citer, les valences de l'élément métallique sont respectivement :

1, 2, 3, 4, 6;

les pouvoirs réfringents moléculaires sont sensiblement :

$1 \times 20,7$, $2 \times 20,7$, $3 \times 20,4$, $4 \times 20,7$, $6 \times 20,7$.

» *Observations.* — 1° Les variations que présentent les produits $\mu.P_m$, dans une même catégorie de sels, nous paraissent imputables bien plus à des causes d'erreurs d'ordre chimique (purification, titrage des solutions, etc.) qu'aux déterminations optiques elles-mêmes.

» 2° Outre les 62 sels que nous avons examinés, un certain nombre (7 jusqu'à présent) semblent s'écarter de la troisième loi.

» 3° Il est inutile d'insister sur l'intérêt que présentent ces résultats, tant au point de vue de la théorie mécanique de la réfraction que des applications à la Chimie. Mais, pour fournir tous les éléments d'une méthode propre à la détermination des poids moléculaires, il est indispensable de les compléter par des notions d'un autre ordre que je soumettrai sous peu au jugement de l'Académie : j'espère en déduire, comme application, le poids moléculaire et la valence du cérium.

» 4° Ces observations conduisent à la notion nouvelle de *masses optiquement équivalentes,* que je me propose de développer prochainement.

» 5° Une vingtaine d'exemples me permettront de montrer aussi que les pouvoirs réfringents moléculaires des sels doubles sont la somme des pouvoirs réfringents moléculaires des sels simples composants. »

CHIMIE MINÉRALE. — *De la composition des roches employées dans la fabrication de la porcelaine en Chine.* Note de M. Georges Vogt, présentée par M. Friedel.

« En novembre 1850, Ebelmen et Salvétat présentèrent à l'Académie, sur ce sujet, un Mémoire très important, qu'ils terminaient en disant :

» Les résultats de nos recherches conduisent aux conclusions suivantes : les kaolins et les petun-tsé, qui servent dans la fabrication de la pâte pour les porcelaines chinoises, ont une composition chimique analogue à celles qui remplissent le même rôle dans la fabrication européenne....

» Les petun-tsé ont une composition chimique très voisine de la composition moyenne de la pegmatite du Limousin, mais leurs caractères minéralogiques les identifient avec le feldspath compact ou pétrosilex.

» J'ai entrepris dernièrement à nouveau l'étude des roches employées en Chine dans la fabrication de la porcelaine, sur des matières envoyées à la manufacture de Sèvres par le regretté M. F. Scherzer, consul à Canton, qui était allé en personne les recueillir à King-Te-Tching avec une habileté et une intelligence au-dessus de tout éloge.

» Dès mes premières analyses, je me suis aperçu que, contrairement aux conclusions d'Ebelmen et Salvétat, les roches chinoises sont très différentes, comme composition, des roches européennes employées dans la fabrication de la porcelaine.

» Mes recherches ont porté d'abord sur les yeou-ko et les petun-tsé. Le yeou-ko est une variété de petun, plus fusible, dit M. Scherzer, que les petun-tsé, et sert surtout à la préparation de la couverte en Chine.

» Le yeou-ko étudié est celui de Koui-Ki ; il fond en effet avant les petuns proprement dits, au four à porcelaine de Sèvres, four dans lequel la température atteint environ 1550°.

» Soumis à l'analyse ordinaire, c'est-à-dire par désagrégation par le carbonate de soude en fusion et, d'autre part, par l'acide fluorhydrique, après avoir été séché à 110°, le yeou-ko de Koui-Ki a donné des résultats se rapprochant de ceux qui avaient été obtenus par Ebelmen et Salvétat pour la même matière et pour la pegmatite du Limousin.

» On peut, comme le firent Ebelmen et Salvétat, conclure à une très grande analogie entre la pegmatite et le yeou-ko ; mais la différence devient très grande, si on soumet le yeou-ko et la pegmatite comparative-

ment à l'action de l'acide sulfurique concentré et chaud. La pegmatite reste pour ainsi dire inattaquée; il ne s'en dissout que 3,30 pour 100, tandis que le yeou-ko est profondément atteint : 34,15 pour 100 entrent en dissolution.

» Les nombres ci-dessous représentent les résultats d'une attaque de yeou-ko par l'acide sulfurique à chaud :

	Soluble dans l'acide.	Insoluble.
Silice hydratée soluble..............	1,01	»
Silice..............................	14,20	62,11
Alumine............................	11,28	2,61
Oxyde de fer.......................	0,46	»
Chaux..............................	1,14	»
Potasse............................	2,97	0,08
Soude..............................	0,39	1,56
Acide carbonique...................	0,90	»
Eau combinée, perte au rouge.......	1,80	»
	34,15	66,36

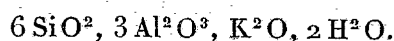
» Le yeou-ko est donc très différent de la pegmatite. Si l'on cherche à interpréter les résultats de cette analyse, où l'on remarque que la soude reste dans la portion insoluble, tandis que la presque totalité de la potasse est dans la partie dissoute, on voit que la partie insoluble est formée de 52,95 de quartz et de 13,41 d'un feldspath sodique, teneur en feldspath très différente de celle de la pegmatite de France, qui contient souvent plus de 75 pour 100 de feldspath.

» Dans la partie soluble, si l'on met de côté le 1,01 pour 100 de silice hydratée soluble et les 2,04 pour 100 de carbonate de chaux, il reste une matière dont la composition et le rapport des molécules sont :

Silice............	14,20	:	60 = 0,2366	ou 6,2	SiO^2
Alumine et fer.....	11,74	:	103 = 0,1140	3,02	Al^2O^3
Potasse..........	3,56	:	94 = 0,0378	1	K^2O
Eau..............	1,80	:	18 = 0,100	2,6	H^2O
	31,30				

» Dans ce calcul, les 0,39 de soude de l'analyse sont atomiquement remplacés par 0,59 de potasse.

» La matière soluble a donc une formule voisine de



$$6\,SiO^2,\ 3\,Al^2O^3,\ K^2O,\ 2\,H^2O.$$

» Cette formule est celle que M. Tschermak a donnée pour la muscovite ou mica blanc.

» Le yeou-ko est donc composé de :

Quartz	52,9
Muscovite ou mica blanc	31,3
Feldspath sodique	13,4
Carbonate de chaux	2,0
Silice hydratée	1,0
	100,6

tandis que la pegmatite du Limousin, d'après la dernière analyse que j'en ai faite par un traitement à l'acide sulfurique, est composée de :

Quartz	23,87
Feldspath	72,83
Matières solubles dans SO^4H^2	3,30

» On conçoit que des matières premières aussi dissemblables puissent, même à composition centésimale égale, donner des porcelaines de qualités très différentes, ce qui est le cas des porcelaines de Chine comparées à celles d'Europe.

» La présence de la muscovite dans le yeou-ko n'est pas un fait isolé : toutes les roches de Chine que j'ai analysées en contiennent des quantités notables; ainsi, dans des petun-tsé de différentes provenances, j'ai trouvé les quantités suivantes de matière altérable par l'acide sulfurique :

	Petun de			
	Cheo-Ki.	Yu-Kan.	Ki-Men.	Sang-Pao-Pong.
Muscovite pour 100	40,6	37,3	31,1	18,6

» Désireux de confirmer les résultats de mes analyses par un examen microscopique, j'ai eu recours à l'obligeance et à la haute science de M. Friedel et de M. Fouqué; ils ont bien voulu m'aider de leurs lumières, et ils ont reconnu le mica blanc dans les échantillons où j'en avais, par l'analyse, déterminé la présence.

» Bien que les kaolins de Chine, de belle qualité, aient la même composition que ceux d'Europe, comme les petun-tsé, les yeou-ko, les hoa-ché, qui tous contiennent du mica blanc, entrent dans la composition des pâtes chinoises, il en résulte que la pâte à porcelaine chinoise arrive à renfermer souvent près de 20 pour 100 de mica blanc, portion assez importante pour avoir une influence profonde sur les propriétés de la porcelaine ainsi composée. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la matézite et le matézo-dambose.* Note de M. Charles Combes, présentée par M. Friedel.

« On sait que M. A. Girard ([1]) a extrait du suc de caoutchouc de Madagascar un principe sucré, qu'il a nommé *matézite*. Traitant cette substance par l'acide iodhydrique concentré à l'ébullition, il l'a dédoublée en iodure de méthyle et en un sucre isomère des glucoses, le *matézo-dambose*.

» Depuis peu de temps, on trouve dans le commerce, sous le nom de *pinite*, un sucre extrait, dit-on, de la sève du *Pinus lambertiana*. M. Maquenne ([2]) dénomme ce corps β-*pinite* pour le distinguer de la pinite de M. Berthelot ([3]), et, traitant de même par l'acide iodhydrique, le dédouble en iodure de méthyle et en un sucre qu'il rapproche de l'*inosite* et appelle β-*inosite*.

» Frappé des analogies de ces substances avec les sucres du caoutchouc, j'ai repris l'étude des réactions de ces derniers et la détermination de leurs constantes physiques, qui n'avait pas été faite avec assez de précision. J'ai pu ainsi identifier la β-*pinite* à la *matézite* d'une part, et la β-*inosite* au *matézo-dambose* d'autre part.

» Ce travail a été fait avec un échantillon de suc de caoutchouc de Madagascar, de provenance directe.

» Les procédés de préparation de la *matézite* et du *matézo-dambose* ont été décrits, je n'y reviendrai pas; j'ai examiné ces corps comparativement à la *pinite* du commerce et à la β-*inosite* que j'en ai extraite.

» Voici le Tableau des constantes physiques que j'ai déterminées avec le plus grand soin :

	Matézite.	β-pinite.	Matézo-dambose.	β-inosite.
Point de fusion	187°	186°,5	246°	246°
Pouvoir rotatoire.........	66°,0	65°,7	67°,6	68°,4

» Les pouvoirs rotatoires ont été déterminés avec des solutions contenant de 1 à 2 pour 100 de matière. Le chiffre de 6° donné par M. Girard

([1]) A. Girard, *Comptes rendus*, t. LXXVII, p. 995.

([2]) Maquenne, *Comptes rendus*, t. CIX, p. 812 et 968.

([3]) La distinction n'est fondée que sur une faible différence dans le pouvoir rotatoire; il est probable que la β-pinite se confond avec la pinite antérieurement découverte par M. Berthelot.

pour le pouvoir rotatoire du matézo-dambose ne peut s'expliquer que par une erreur typographique.

» La *matézite* et la β-*pinite* cristallisent toutes deux en mamelons rayonnés, adhérant au verre. Le *matézo-dambose* et la β-*inosite*, précipités par l'alcool de leur solution aqueuse, se présentent sous la forme de petits tétraèdres.

» J'ai constaté que le *matézo-dambose* donne nettement la réaction de Schérer comme l'*inosite*. Son poids moléculaire, déterminé par la méthode de M. Raoult, a été trouvé de 171; le poids moléculaire théorique pour la formule $C^6H^{12}O^6$ serait 180. La formule brute était d'ailleurs connue.

» De l'exposé qui précède, il résulte évidemment que la β-*pinite* et la β-*inosite* ne sont pas des espèces chimiques nouvelles. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les carballylates*. Note de M. E. Guinochet.

« 1. L'isomère que j'ai obtenu (*Comptes rendus*, t. CIX, p. 906) donne un intérêt particulier à la connaissance des carballylates. Ayant étudié ces derniers, pour les comparer avec les sels de l'isomère, je résumerai ici mes résultats. L'acide carballylique que j'ai employé provient de l'hydrogénation de l'acide aconitique. Il fond à 158°; maintenu à cette température, il se sublime en s'altérant partiellement; $49^{gr},55$ se dissolvent dans 100^{cc} d'eau à 18°; 1000^{cc} d'éther pur et sec n'en dissolvent que 9^{gr} à la même température.

» 2. Les carballylates ressemblent beaucoup aux aconitates; mais s'en distinguent par un point important : les solutions des carballylates trimétalliques sont neutres au tournesol et à la phénol-phtaléine, tandis que celles des aconitates trimétalliques sont alcalines.

» *Carballylate monopotassique* $C^{12}H^7KO^{12} + 4HO$, obtenu à froid avec 1 équivalent de potasse et 1 équivalent d'acide. — Prismes incolores, transparents, devenant anhydres dans le vide sec et froid.

» *Sel sesquipotassique* $C^{12}H^7KO^{12} + C^{12}H^6K^2O^{12} + HO$. — Poudre cristalline préparée à froid avec 2 équivalents de potasse et 1 équivalent d'acide; perd son eau à 100° et s'altère vers 130°.

» *Sel tripotassique* $C^{12}H^5K^3O^{12} + 2HO$. — Masse mamelonnée très déliquescente, ne perdant ses 2 équivalents d'eau qu'à 215°, et s'altérant à 240°.

» *Sel monosodique* $C^{12}H^{7}NaO^{12} + 2HO$. — Prismes transparents perdant leur eau à 100°.

» *Sel disodique* $C^{12}H^{6}Na^{2}O^{12} + 2HO$. — Croûte cristalline, perdant ses 2 équivalents d'eau à 110° et s'altérant à 135°.

» *Sel trisodique* $C^{12}H^{5}Na^{3}O^{12} + HO$. — Aiguilles prismatiques très solubles; desséché, ce sel ne s'altère qu'au delà de 160°.

» *Sel sesquiammonique* $C^{12}H^{7}(AzH^{4})O^{12} + C^{12}H^{6}(AzH^{4})^{2}O^{12}$. — Paillettes hexagonales, nacrées et striées, obtenues en évaporant une solution formée avec 1 équivalent d'acide et 1 ou 2 équivalents d'ammoniaque.

» *Sel triammonique* $C^{12}H^{5}(AzH^{4})^{3}O^{12} + 2HO$. — Gâteau cristallin formé de fines aiguilles très déliquescentes.

» *Sel trilithinique* $C^{12}H^{5}Li^{3}O^{12} + 4HO$. — Aiguilles prismatiques très solubles dans l'eau, perdant 1 équivalent d'eau à 100°, le deuxième vers 130°, et les deux derniers à 185°; à 250°, le sel n'est pas altéré.

» *Sel dicalcique* $C^{12}H^{6}Ca^{2}O^{12} + 2HO$. — Fines aiguilles s'altérant vers 125°; la composition a été déterminée par le dosage du calcium et par le titre acidimétrique.

» *Sel tricalcique* $C^{12}H^{5}Ca^{3}O^{12} + 3HO$ (1). — Se prépare, soit en saturant à froid une solution d'acide carballylique avec de la chaux, soit en mélangeant des solutions de carballylate tripotassique et de chlorure de calcium en excès. Dans le premier cas, il ne se forme un précipité à froid qu'en liqueur concentrée; dans l'autre cas, la liqueur reste limpide à froid, même avec des solutions très concentrées; ce précipité apparaît en chauffant. Ce fait n'est pas conforme aux données de Dessaignes, qui croyait que, dans ces conditions, l'aconitate de chaux seul se précipitait, le carballylate restant en solution. Poudre blanche, amorphe, perdant 1 équivalent d'eau à 100°, les deux autres à 150°, et s'altérant vers 200°.

» *Sel tribarytique* $C^{12}H^{5}Ba^{3}O^{12} + 7HO$ (dans le vide sec et froid). — Amorphe, perd 1 équivalent d'eau à 100° et les six autres vers 200°; n'est pas altéré à 250°.

» *Sel trimagnésien* $C^{12}H^{5}Mg^{3}O^{12} + 3HO$. — A été préparé en ajoutant un excès d'alcool dans une solution aqueuse. Poudre blanche cristalline, perdant 1 équivalent d'eau à 100°, les deux autres à 165°, et s'altérant vers 200°.

» *Sel d'alumine* $C^{12}H^{5}O^{9}(Al^{2}O^{3})^{2} + 2HO$. — Précipité gélatineux obtenu en ajoutant à du carballylate tripotassique du sulfate neutre d'alu-

---

(1) $C^{12}H^{5}Ca^{3}O^{12} + 4HO$ (Maxwell Simpson).

mine. Poudre blanche, légère, condensant beaucoup l'humidité ; c'est un sel basique hydraté :



$$C^{12}H^{5}O^{9}(Al^{2}O^{3})^{2} + 2HO, \quad \text{ou encore} \quad C^{12}H^{5}O^{9}(Al^{2}O^{3}) + Al^{2}O^{3}\,2HO,$$

perdant ses 2 équivalents d'eau à 150° et ne s'altérant qu'à 200°.

» *Sel de chrome* $C^{12}H^{5}O^{9}(Cr^{2}O^{3})^{2} + 2HO$. — Même préparation. Poudre amorphe, d'un gris bleu, très hygrométrique.

» *Sel de nickel.* — Vitreux, de couleur verte, $C^{12}H^{5}Ni^{3}O^{12} + 5HO$, perdant 1 équivalent d'eau à 100°, les 3 équivalents suivants à 200°, le dernier à 225°, et ne s'altérant que vers 240°. Sa solution se trouble dès 60°, et abondamment à 100° ; la poudre obtenue a la formule $C^{12}H^{5}Ni^{3}O^{12} + 3HO$; ce sel perd son eau vers 150° et s'altère à 200°.

» *Sel de cobalt.* — Masse spongieuse, friable, donnant une poudre d'un rouge vineux, très hygrométrique ; par dessiccation à froid se déshydrate peu à peu, en devenant d'un beau violet. Ce sel violet, $C^{12}H^{5}Co^{3}O^{12} + 4HO$, s'altère au-dessus de 200°. La solution du sel précédent donne à chaud un précipité qui, après dessiccation à 100°, constitue une poudre d'un violet bleu, $C^{12}H^{5}Co^{3}O^{12} + HO$, se décomposant dès 110° (1).

» *Sel de zinc.* — La solution obtenue par le contact à froid de l'acide et d'hydrate de zinc donne, dans le vide, des cristaux prismatiques : $C^{12}H^{5}Zn^{3}O^{12}$. Elle se trouble par la chaleur, en déposant une poudre cristalline, $C^{12}H^{5}Zn^{3}O^{12} + \frac{1}{2}HO$, perdant son eau à 100°. Par l'addition d'alcool à la solution primitive, on obtient une poudre cristalline, $C^{12}H^{5}Zn^{3}O^{12} + HO$, perdant son eau à 190° et s'altérant à 220°.

» *Sel de cuivre* $C^{12}H^{5}Cu^{3}O^{12} + 2HO$. — Obtenu avec le carballylate tripotassique et le sulfate de cuivre. Précipité floconneux d'un beau bleu ; après dessiccation, poudre amorphe, fine, légère, d'un bleu franc, s'altérant au delà de 140°.

» *Sel de plomb* $C^{12}H^{5}Pb^{3}O^{12}$. — S'obtient en ajoutant à un sel de plomb soluble un carballylate alcalin. Poudre blanche très dense.

» *Sel d'argent* $C^{12}H^{5}Ag^{3}O^{12}$. — Se prépare avec le nitrate d'argent et un carballylate soluble. Précipité blanc, dense, se conservant bien à la lumière. »

---

(1) Travail fait au laboratoire de M. Jungfleisch, à l'École de Pharmacie.

ZOOLOGIE. — *Sur la ligne latérale de la Baudroie* (Lophius piscatorius) [1]. Note de M. Frédéric Guitel, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« On sait depuis longtemps que la Baudroie ne possède pas de canaux muqueux; cependant elle a une ligne latérale fort intéressante, qui s'éloigne notablement de ce qu'est d'ordinaire cet organe chez les Téléostéens et qui, à ma connaissance, n'a pas encore été décrite.

» Le corps de la Baudroie est parsemé de lambeaux cutanés, plus ou moins divisés, de longueur variable, beaucoup plus nombreux et beaucoup plus longs sur ses faces latérales que sur sa face supérieure. Quand on examine avec attention ces lambeaux, on voit que, parmi les plus petits, il s'en trouve qui sont rangés en ligne droite par groupes de trois, cinq ou sept. Dans chacun de ces groupes, le lambeau central est beaucoup plus court que les autres, dépourvu de chromatophores et entouré d'une zone où ces corpuscules manquent ou sont très rares; il reçoit un filet nerveux, qu'on peut suivre sous la peau jusqu'à son extrémité périphérique, et qu'on retrouve avec la plus parfaite netteté sur les coupes pratiquées dans des fragments de peau fixés à l'acide osmique. En un mot, le lambeau central des petits groupes dont il vient d'être question est une terminaison nerveuse parfaitement caractérisée par sa forme, par sa structure histologique et par les appendices cutanés qui l'accompagnent toujours. Il y a encore un caractère qui distingue les terminaisons nerveuses dont je viens de parler: c'est qu'elles sont toujours disposées en séries et que la petite rangée de lamelles cutanées dont chacune d'elles est le centre a toujours son grand axe normal à la ligne qui réunit toutes les terminaisons d'une même série.

» Ces séries de terminaisons nerveuses, qui forment sur la tête des Baudroies des dessins d'une constance remarquable, sont au nombre de six, disposées de la façon suivante:

» 1° La *série latérale* commence derrière l'œil; elle se dirige immédiatement en arrière et en dehors, en passant généralement au-dessus des épines du temporal et de l'opercule, arrive au milieu de l'intervalle qui sépare les deux épines de l'huméral et, à partir de là, décrit une longue courbe à concavité externe, pour atteindre le milieu

---

[1] Ce travail a été fait dans les deux laboratoires maritimes de M. de Lacaze-Duthiers, à Roscoff et à Banyuls-sur-Mer.

de la face latérale du corps, à la hauteur de la base du cinquième ou du sixième rayon de la deuxième dorsale. Elle poursuit ensuite son trajet en arrière, en cheminant entre les deux rangées de grands appendices qui occupent les faces latérales du corps, et finalement se termine au delà du milieu de la nageoire caudale. La série latérale est complétée en avant par deux autres séries, qui se séparent d'elle sur son côté interne; l'antérieure se dirige transversalement en dedans, en passant entre l'épine du frontal postérieur et celle du mastoïdien; la postérieure, dirigée d'arrière en avant, passe entre l'épine du mastoïdien et celle de l'occipital externe; elle va rejoindre la précédente.

» 2° La *série sus-orbitaire* part du point de concours des deux petites séries que je viens de décrire, passe en dedans de l'épine du frontal principal, décrit une courbe à convexité externe et vient se terminer un peu en avant de la base du tube qui porte l'organe olfactif.

» 3° La *série intermaxillaire* s'étend transversalement entre les extrémités antérieures des deux séries sus-orbitaires, au-dessus des os intermaxillaires.

» 4° La *série operculaire* commence sur le côté externe de la série latérale et sur le prolongement de la plus antérieure des deux petites séries, qui la complètent antérieurement; elle longe le bord postérieur du grand sillon compris entre l'opercule et la ceinture scapulaire, et vient finir sur le côté de la tête, après avoir passé au-dessus de l'épine du sous-opercule.

» 5° La *série maxillo-operculaire* commence sur l'os maxillaire supérieur, contourne antérieurement l'épine palatine interne, passe entre les deux épines palatines et se porte ensuite en dehors. A partir de là, elle traverse la joue d'avant en arrière, entre la série sus-orbitaire et la série mandibulo-operculaire, en se creusant de quatre profonds sinus alternativement internes et externes; enfin elle croise à angle droit la série operculaire et va se terminer dans l'angle que fait la pectorale avec le profil vertical de la tête.

» 6° La *série mandibulo-operculaire* commence à la symphyse des deux os dentaires; elle suit l'os dentaire, l'articulaire, passe au-dessous de l'épine du jugal, au-dessous de celle du sous-opercule, et va se terminer dans l'angle de la pectorale, en suivant le bord inférieur du sous-opercule. Pendant la plus grande partie de son trajet, elle est située entre les deux rangées de longs appendices cutanés qui bordent la tête, d'une pectorale à l'autre. Cette série est complétée, un peu en dehors de la symphyse, par une toute petite série récurrente, qui remonte jusqu'au bord de la lèvre inférieure. De plus, au niveau de l'épine de l'articulaire, elle émet une courte série qui va rejoindre la seconde convexité externe de la série maxillo-operculaire.

» J'arrive maintenant à l'étude de l'innervation des séries de la ligne latérale.

» Le nerf latéral du pneumogastrique suit le grand interstice musculaire; il donne naissance, sur son bord supérieur, à six ou sept rameaux, d'autant plus volumineux qu'ils sont plus antérieurs.

» Le plus antérieur de ces rameaux se porte d'abord obliquement en haut et en arrière, puis il se recourbe franchement en arrière, et son extrémité périphérique va s'anastomoser avec le second rameau, dont le trajet est analogue à celui du premier.

L'extrémité périphérique du second rameau s'anastomose de même avec le troisième rameau, et ainsi de suite jusqu'au dernier, de sorte que, par les anastomoses successives des rameaux du nerf latéral, se trouve constitué un nerf de second ordre, qui rampe sous la peau à très peu de distance de la série latérale et qui envoie un ramuscule nerveux à chacun des organites dont celle-ci se compose. La partie tout à fait antérieure de la série latérale et les deux séries qui la complètent sur le côté interne reçoivent leurs filets nerveux de la branche superscapulaire du nerf latéral.

» La série sus-orbitaire est innervée par le nerf ophtalmique du trijumeau.

» La série operculaire et les portions des deux séries maxillo-operculaire et mandibulo-operculaire, qui se trouvent situées en arrière de la série operculaire, reçoivent des ramuscules d'une branche du nerf hyo-mandibulaire du facial, qui échange des fibres avec un filet superficiel du rameau operculaire du nerf latéral.

» La série maxillo-operculaire et la série intermaxillaire sont tributaires du nerf maxillaire supérieur du trijumeau.

» La portion de la série mandibulo-operculaire qui s'étend de la série operculaire à l'épine de l'articulaire, et celle qui va de cette épine à la série maxillo-operculaire sont innervées par une branche superficielle du nerf mandibulaire du facial.

» Enfin la partie de la série mandibulo-operculaire qui va de l'épine de l'articulaire à la symphyse reçoit ses nerfs d'un plexus compliqué que forment le mandibulaire du facial et le maxillaire inférieur externe du trijumeau.

» En résumé, la Baudroie n'a pas de canaux muqueux; sa ligne latérale est constituée par des séries de terminaisons nerveuses libres, faisant saillie à la surface de la peau et encadrées de chaque côté par un, deux ou trois petits lambeaux cutanés. Ces séries, dont la disposition est très constante, sont innervées par le pneumogastrique (nerf latéral), le facial (nerfs hyo-mandibulaire et mandibulaire) et le trijumeau (nerfs ophtalmique, maxillaire supérieur et maxillaire inférieur). »

ANATOMIE ANIMALE. — *Sur la disposition des cloisons mésentéroïdes chez la* Peachia hastata. Note de M. **L. Faurot**, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« Dans une Note insérée aux *Comptes rendus* (mars 1884), j'ai déjà donné quelques indications sur l'anatomie de la *Peachia hastata*. Les diffi-

cultés que présente l'étude embryogénique de cette Actinie m'obligent à retarder encore la publication d'un travail complet sur l'histoire naturelle de cet animal. La présente Note a pour but de faire connaître seulement les particularités les plus importantes de la disposition des cloisons mésentéroïdes. Ces cloisons sont au nombre de vingt, constituant dix paires distinctes.

» Ces paires de cloisons ne sont pas *toutes*, depuis leur extrémité supérieure jusqu'à leur extrémité inférieure, constituées par des cloisons égales en dimensions, ainsi que cela est la règle chez les autres Actinies. Il faut faire cependant exception : 1° pour la partie péri-œsophagienne de l'Actinie, où douze grandes cloisons sont égales ; 2° pour huit très petites cloisons (signalées dans la Note antérieure), qui, du reste, ne se fixent pas à l'œsophage comme les douze grandes ci-dessus ; 3° pour les deux paires *de direction* dont les cloisons restent égales deux à deux dans toute leur étendue, l'une (celle qui s'insère à l'organe impair) plus grande, l'autre (opposée), plus petite.

» Au-dessous de l'œsophage jusqu'à la partie inférieure non munie d'un orifice, les cloisons peuvent se diviser, d'après leurs dimensions, en trois ordres : 1° six cloisons de première grandeur, quatre d'entre elles s'associant avec quatre autres cloisons de deuxième grandeur pour former quatre paires ; les deux autres cloisons de première grandeur constituent une paire de direction se fixant à l'organe impair ; 2° six cloisons de deuxième grandeur, quatre d'entre elles s'associant, ainsi que nous venons de le dire, avec quatre cloisons de première grandeur pour former quatre paires ; les deux autres cloisons constituent la paire de direction opposée à la gouttière ; 3° huit cloisons de troisième grandeur, très peu saillantes, conservant leurs mêmes dimensions dans toute leur étendue ; elles forment quatre paires, disposées comme il suit : une de chaque côté de la plus grande paire de cloisons de direction, les deux autres se font vis-à-vis sur un axe perpendiculaire à celui qui passe par les cloisons de direction.

» Des particularités très importantes, relatives aux organes génitaux, distinguent en outre les cloisons appartenant à ces trois ordres de grandeur. Chez les cloisons de première et deuxième grandeur, ces organes naissent tous à un même niveau, un peu au-dessous de l'œsophage. Il faut en excepter les deux cloisons de direction, s'insérant à l'organe impair ou gouttière. Chez ces dernières, les glandes génitales n'apparaissent qu'au-dessous de cet organe. La limite inférieure à laquelle s'arrêtent les glandes

génitales est beaucoup plus rapprochée de l'extrémité pédieuse pour les six cloisons de première grandeur que pour les six cloisons de deuxième grandeur. Quant aux cloisons de troisième grandeur, elles sont stériles dans toute leur étendue. »

MINÉRALOGIE. — *Sur les cipolins à minéraux et les roches à wernérite de l'Ariège.* Note de M. A. LACROIX, présentée par M. Fouqué.

« Dans un Mémoire récent, j'ai fait voir l'abondance des roches à wernérite dans la partie supérieure des gneiss d'un très grand nombre de régions, et les relations étroites qui rattachent ces roches aux cipolins.

» L'exploration de la haute Ariège, pour le service de la Carte géologique, m'a permis d'apporter de nouveaux faits pour la généralisation de cette observation. Les cipolins se rencontrent au nord de Tarascon, sur les deux bords de l'Ariège, à Mercus et à Arignac. J'en ai retrouvé en divers autres points sur le bord ouest et sud-ouest du massif du Saint-Barthélemy, à Croquier, Arnave, Cazenave, aux environs d'Appi, d'Axiat, de Calchax, etc. Leur situation géologique est la même : ils sont intercalés au milieu de gneiss ou de roches gneissiques, au sujet de l'âge desquels je fais des réserves pour un travail ultérieur.

» Les cipolins de Mercus et d'Arignac sont connus depuis longtemps, mais on n'y a jamais cité qu'un très petit nombre de minéraux communs. Sur divers points, j'ai trouvé beaucoup de minéraux intéressants qui permettent de comparer ces gisements à ceux de Pargas (Finlande) et de New-York.

» Ces minéraux sont les suivants : *humite* et *clinohumite* jaune clair (incolore en lames minces), ou rouge foncé (en lames minces, jaune foncé, avec polychroïsme intense), *spinelle magnésien*, en cristaux violacés transparents ou translucides (plus rarement *spinelle vert*), *corindon*, *rutile*, *amphibole*, *pargasite*, *hornblende*, *pyroxène*, *phlogopite* (nombreuses variétés), *brucite* et *chrysotile* épigénisant les humites, enfin *scapolite*, *apatite*, *sphène*, *zircon*, *grenat*, *idocrase*, *feldspaths* (anorthite, oligoclase, orthose, microcline), *quartz*, *clinochlore*, *tourmaline*, *pyrite*, *pyrrhotine*, *blende*, *galène*, etc.

» Ces divers minéraux se trouvent tantôt disséminés en petite quantité dans le calcaire, tantôt au contraire associés pour former des roches exceptionnelles dont les deux principaux types sont constitués par un mélange

de humites rouges, de brucite et des pinelle, ou de pargasite, spinelle, rutile et humites jaunes.

» Sur les bords des cipolins, à Arignac et surtout à Mercus, on observe des alternances nombreuses de gneiss acides, d'amphibolites, de granulites et de gneiss pyroxéniques souvent riches en *wernérite*. Ces dernières roches sont formées par un mélange grenu d'un *pyroxène* vert clair, de *scapolite* ($n_g - n_p = 0,028$), d'*oligoclase* et de *quartz* auxquels s'ajoutent sphène, épidote, etc.

» Les autres gisements, et principalement ceux d'Arnave et de Cazenave, permettent d'observer des bancs minces de cipolins relevés verticalement comme les roches gneissiques au milieu desquelles ils se rencontrent. Leurs salbandes sont constituées par des roches dures, par des gneiss pyroxéniques à wernérite. Ces cipolins renferment des cristaux arrondis de *scapolite*, de *pyroxène* et parfois d'*oligoclase* et de *sphène*. Au fur et à mesure qu'on se rapproche des salbandes, on voit la proportion de ces minéraux augmenter jusqu'au moment où ils constituent à eux seuls la roche. Leur proportion relative varie avec les points considérés. Ces roches à scapolite forment parfois des bancs dépourvus de calcite. Dans ce cas, le feldspath est souvent plus ou moins remplacé par du quartz, et l'on peut suivre leurs passages aux gneiss acides qui les encaissent. Il existe de nombreuses roches exceptionnelles; une des plus fréquentes (Cazenave) est constituée par un mélange de grands cristaux de *wollastonite, pyroxène, scapolite* et *pyroxène* moulés par du *grenat*. Cette roche présente de nombreuses analogies avec celles du même genre que j'ai décrites à Ceylan.

» Les roches du massif du Saint-Barthélemy ont été soumises à de puissantes actions mécaniques, se manifestant dans les roches acides par de remarquables phénomènes d'écrasement de leurs éléments. Les roches basiques présentent plus rarement les traces de ces actions mécaniques. Dans les cipolins, les grands cristaux des silicates sont brisés; dans les pyroxènes, les nombreuses macles polysynthétiques sont courbées, les grains de calcite présentent une abondance inusitée de bandes hémitropes également courbes et à bords estompés. Dans les gneiss pyroxéniques, tous les éléments sont brisés et ressoudés par leurs débris.

» Sur le flanc nord du pic du Saint-Barthélemy, j'ai trouvé une roche qui semble devoir être rapportée au même groupe. Elle est constituée par une amphibole verte (incolore en lames minces) englobant des cristaux de *péridot* et de spinelle, avec un peu de biotite et de clinochlore. Cette roche est une *amphibolite à péridots*. »

GÉOLOGIE. — *Le relief et la géologie sous-lacustres du lac de Longemer.* Note de M. THOULET.

« Le lac de Longemer (Vosges), à l'altitude de 746^m, présente la forme d'un rectangle orienté du nord-ouest au sud-est, dont les côtés, plus ou moins sinueux, ont des longueurs respectives de 1600^m et de 400^m; sa superficie est par conséquent de 70 hectares environ. La Vologne y pénètre par une extrémité et sort par l'autre. Il reçoit, en outre, les eaux de plusieurs ruisseaux. Le rivage, sur les deux petits côtés, est plat et tourbeux; sur la rive gauche et surtout sur la rive droite, les montagnes descendent avec des pentes de 30° à 35° qui, au-dessous de la surface de l'eau, se continuent en s'adoucissant, car elles ne dépassent pas alors 22°.

» L'extrémité sud-est, où arrive la Vologne, est remarquable par le delta de la rivière formé des sables entraînés et qui, se prolongeant en un plateau uni à 40^{cm} à peine sous l'eau, se termine en un talus abrupt de 22°. Les grains de gravier, de diamètre variant entre 2^{mm} ou 3^{mm} et 7^{mm} ou 8^{mm}, proviennent de l'érosion des granites constituant le sol de la région; ils sont composés de quartz, de feldspath, semés de rares écailles de mica. Ces deux derniers minéraux, très attaqués par les agents atmosphériques, contribuent à donner aux vases fines du lac leur richesse considérable en fer.

» L'autre extrémité du lac, où se trouve la sortie de la Vologne, est un plateau en majeure partie à 5^m de profondeur et qui occupe à peu près le tiers de la superficie totale du lac. Le milieu est une plaine uniforme, à 30^m de profondeur.

» Soixante-huit sondages ont été exécutés et ont servi à dresser un plan par courbes isobathes. Si, d'après ce plan, on trace le profil en long, on reconnaît que les sédiments apportés par la Vologne se distribuent sur tout le fond et principalement sur le talus qui sépare le grand lac du petit lac. Le lac se comble donc lentement, par son extrémité d'aval. Le dosage des matières en suspension dans les eaux récoltées à diverses profondeurs confirme cette supposition.

» La transparence de l'eau (fin juillet), étudiée au moyen du disque de Secchi, est égale à $4^m,70$, moyenne de dix expériences; la coloration porte le numéro 75 environ de l'échelle de Forel. Cette nuance dépasse notablement celle des lacs suisses, dont les plus jaunes atteignent à peine le numéro 54 de l'échelle.

» Le fond du lac est recouvert d'une vase fine, semée de grosses pierres éboulées, particulièrement abondantes sur la rive droite, où les pentes des montagnes sont plus abruptes. Cette vase contient :

Matière organique	24,21
Silice	57,69
Fer et alumine	18,10
Chaux	traces
	100,00

» Après calcination, elle laisse un résidu rouge, presque uniquement composé de frustules de Diatomées. M. le D[r] Lemaire, professeur au lycée de Nancy, qui a bien voulu l'examiner, l'a trouvée beaucoup plus riche en espèces que ne l'avait signalé, dans son Mémoire sur les Diatomacées des lacs des Vosges, M. Petit, qui n'avait pu observer que les espèces recueillies sur les *Isoëtes* des bords du lac. M. Lemaire a reconnu 69 espèces sur l'échantillon que je lui ai remis et qui avait été dragué par 30[m] de profondeur.

» La densité apparente de la vase est de 0,576, sa densité réelle de 2,181, à 10° (1). »

---

(1) Le procédé à l'aide duquel j'ai mesuré ces densités m'a déjà servi pour des vases marines et diverses autres matières pulvérulentes. La densité apparente est une donnée importante parce qu'elle rend compte de la lenteur de chute d'un sédiment à travers l'eau. J'ai employé un flacon assez analogue au flacon de Regnault, à fond plat, large et portant à sa partie étroite deux repères superposés. Les volumes sont rigoureusement cubés au mercure. On remplit le flacon de poudre sèche jusqu'au repère inférieur, en la tassant par de petits chocs contre une table. On pèse, et le poids, divisé par le volume, donne la densité apparente. On porte sous une cloche pneumatique traversée par un entonnoir effilé à robinet et rempli d'eau récemment bouillie. On abandonne dans le vide, assez longtemps pour que l'air adhérent soit éliminé; on ouvre le robinet, l'eau descend très lentement dans le vide. ce qui la prive complètement d'air; elle arrive au contact de la poudre, l'imbibe, et on la laisse s'accumuler jusqu'à ce qu'elle atteigne le repère supérieur. On évite ainsi l'inconvénient résultant d'un gonflement de la matière et qui fait toujours dépasser à celle-ci le niveau du repère inférieur. Le calcul de la densité réelle est alors facile.

Ce procédé m'a permis de mesurer les densités apparente et réelle de diverses matières pulvérulentes très légères, parmi lesquelles le kaolin, dont la densité apparente est de 0,989 et la densité réelle de 2,605 à 10°.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Distribution des températures profondes dans le lac de Longemer (Vosges).* Note de M. **Thoulet.**

« A la fin du mois de juillet dernier, j'ai étudié la distribution de la température au sein des eaux du lac de Longemer (Vosges).

» Dans ce but, j'ai exécuté 68 sondages, à chacun desquels j'ai pris la température au fond (qui ne dépasse pas 30^m), à la surface, et de 5^m en 5^m de profondeur. J'ai obtenu ainsi, en trois jours seulement, 176 mesures directes de température, pour ce lac long de 1600^m et large de 400^m.

» Les expériences ont été effectuées à l'aide d'un thermomètre à retournement Negretti et Zambra, du modèle employé par la *Scottish marine Station* de Granton, près d'Édimbourg. L'instrument, descendu à la profondeur convenable, était maintenu immobile pendant cinq minutes, temps suffisant pour permettre à l'équilibre de température de s'effectuer, puis retourné avec un messager Rung envoyé de la surface.

» Les températures trouvées pour chaque sondage ont été rapportées graphiquement à deux axes rectangulaires, celui des abscisses indiquant les profondeurs et celui des ordonnées les températures. Les points ont permis de tracer la courbe de la température qui, à son tour, a donné la profondeur correspondant à chaque variation de 1°. Enfin ces profondeurs ont servi à dresser le Tableau schématique de la distribution de la température.

» L'examen des courbes obtenues semble conduire aux remarques suivantes, la température moyenne de l'air et celle de la Vologne qui traverse le lac de bout en bout étant de 14° :

» Jusqu'à la profondeur de 5^m environ, l'eau du lac est soumise à des variations de température incessantes, qui dépendent des conditions climatériques de la journée, pluie, soleil ou temps couvert. En renouvelant plusieurs fois par jour une mesure thermométrique au même endroit, à la même profondeur inférieure à 5^m, il est rare de trouver deux fois de suite la même température.

» Lorsque le fond est élevé et que, par conséquent, la couche d'eau susjacente est peu épaisse, il en résulte toujours un réchauffement de l'eau, se traduisant par un abaissement des isothermes en profondeur.

» Le fond du lac est occupé par une couche d'eau de température comprise entre 4°,4 et 5°, et épaisse de 13^m à 14^m.

» Les nappes isothermes ne sont point horizontales, mais elles sont ondulées dans le sens longitudinal et dans le sens transversal, leur épaisseur restant à très peu près invariable. Ces ondulations atteignent une amplitude de $1^m,50$. Je les attribue à l'afflux des eaux à 14° de la Vologne, qui se

déversent en un point de la couche d'eau du lac à 14°, à l'embouchure de la rivière, et font osciller celle-ci sous leur poids. L'oscillation se propage dans tous les sens et se communique aussi aux couches inférieures, à température moindre, en s'atténuant légèrement.

» L'oscillation paraît synchrone dans les diverses nappes et d'autant plus qu'elles sont plus voisines de la couche à 14° où se trouve l'origine du mouvement oscillatoire.

» M. Forel avait constaté l'inclinaison des couches isothermes dans le Léman et l'avait expliquée par l'afflux des eaux du Rhône qui, alourdies par leurs sédiments, viennent s'intercaler entre les couches isothermes du lac, en les soulevant. L'explication, exacte pour le Léman, ne peut s'appliquer au lac de Longemer, dont les eaux sont aussi pures que celles de la Vologne (1). »

M. **Daubrée** présente, de la part de M. le Commissaire général du Brésil à l'Exposition universelle, un Volume sur le transport de la météorite de Bendego (2) de l'intérieur de la province de Bahia au musée national de Rio Janeiro, sous la direction de M. José Carlos de Carvalho; de nombreuses photographies représentent les difficultés qu'il a fallu surmonter, pendant cent vingt-six jours, pour franchir la distance de 368km.

La séance est levée à 4 heures.

M. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 6 janvier 1890.

Anatomie comparée. Côtes et sternum des Vertébrés; par M. A. Lavocat. Toulouse, Douladoure-Privat, 1889; br. in-8°.

---

(1) J'apprends, par une Communication bienveillante de M. Forel, que M. Ed. Richter, professeur à l'Université de Grætz (Autriche), vient d'observer le même phénomène de dénivellation et de mouvement dans les isothermes du lac de Wörth, près de Klagenfurt (Carinthie).

(2) Voir *Comptes rendus*, t. CVII, p. 896.

Météorite de Bendego. Rapport présenté au Ministère de l'Agriculture, du Commerce et des Travaux publics et à la Société de Géographie de Rio de Janeiro sur le déplacement et le transport de la météorite de Bendego, de la province de Bahia au Musée national; par José Carlos de Carvalho. Rio de Janeiro, Imprimerie nationale, 1888; 1 vol. in-4°. (Présenté par M. Daubrée.)

Anuario del observatorio astronomico nacional de Tacubaya para el año de 1890, formado bajo la direccion del Ingeniero Angel Anguiano. Mexico, Oficina tip. de la Secretaria de Fomento, 1889; 1 vol. in-12.

Distanze zenitali circummeridiane di alcune stelle principali osservate nell' anno 1821 *dall' astronomo* Carlo Brioschi. *Memoria letta all' Accademia Pontaniana nella tornata del* 10 *marzo* 1889 *dal dottor* Filippo Angelitti. Napoli, tip. della regia Università, 1889; br. in-4°.

Bibliography of Meteorology. Edited by Oliver L. Fassig. Part II. Moisture, Washington City, Signal Office, 1889; 1 vol. in-4°.

Observations made at the magnetical and meteorological observatory at Batavia. Published by order of the government af Netherlands India, under the direction of Dr J.-P. Van der Stok. Vol. XI, 1888. Batavia, printed at the Government printing Office, 1889; 1 vol. gr. in-4°.

Regen waarnemingen in Nederlandsch-Indië. Tiende Jaargang 1888; *doon* Dr J.-P. Van der Stok. Batavia, Landsdrukkerij, 1889; 1 vol. in-8°.

Jahrbuch des norwegischen meteorologischen Instituts für 1887. Herausgegeben von Dr H. Mohn. Christiania, Druck bei Grandahl und Sohn, 1889; br. gr. in-4°.

ERRATA.

(Séance du 23 décembre 1889.)

Note de M. *d'Ocagne*, Deux théorèmes généraux sur les trajectoires de points et les enveloppes de droites mobiles dans un plan.

Tome CIX, page 959. La phrase qui termine le premier alinéa : « Il est évident qu'il existe... » doit être reportée à la suite de la ligne 25, les mots « du point M » y étant remplacés par « de la droite D ».

N° 1.

TABLE DES ARTICLES. (Séance du 6 janvier 1890.)

RENOUVELLEMENT ANNUEL
DU BUREAU ET DE LA COMMISSION ADMINISTRATIVE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

CORRESPONDANCE.

N° 1.

SUITE DE LA TABLE DES ARTICLES.

PARIS. — IMPRIMERIE GAUTHIER-VILLARS ET FILS,
Quai des Grands-Augustins, 55.

1890

PREMIER SEMESTRE.

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES
DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

TOME CX.

N° 2 (13 Janvier 1890).

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS ET FILS, IMPRIMEURS-LIBRAIRES

DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

Quai des Grands-Augustins, 55.

1890

RÈGLEMENT RELATIF AUX COMPTES RENDUS,

ADOPTÉ DANS LES SÉANCES DES 23 JUIN 1862 ET 24 MAI 1875.

Les *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie* se composent des extraits des travaux de ses Membres et de l'analyse des Mémoires ou Notes présentés par des savants étrangers à l'Académie.

Chaque cahier ou numéro des *Comptes rendus* a 48 pages ou 6 feuilles en moyenne.

26 numéros composent un volume.

Il y a deux volumes par année.

ARTICLE 1er. — *Impression des travaux de l'Académie.*

Les extraits des Mémoires présentés par un Membre ou par un Associé étranger de l'Académie comprennent au plus 6 pages par numéro.

Un Membre de l'Académie ne peut donner aux *Comptes rendus* plus de 50 pages par année.

Les communications verbales ne sont mentionnées dans les *Comptes rendus*, qu'autant qu'une rédaction écrite par leur auteur a été remise, séance tenante, aux Secrétaires.

Les Rapports ordinaires sont soumis à la même limite que les Mémoires; mais ils ne sont pas compris dans les 50 pages accordées à chaque Membre.

Les Rapports et Instructions demandés par le Gouvernement sont imprimés en entier.

Les extraits des Mémoires lus ou communiqués par les correspondants de l'Académie comprennent au plus 4 pages par numéro.

Un Correspondant de l'Académie ne peut donner plus de 32 pages par année.

Dans les *Comptes rendus*, on ne reproduit pas les discussions verbales qui s'élèvent dans le sein de l'Académie; cependant, si les Membres qui y ont pris part désirent qu'il en soit fait mention, ils doivent rédiger, séance tenante, des Notes sommaires, dont ils donnent lecture à l'Académie avant de les remettre au Bureau. L'impression de ces Notes ne préjudicie en rien aux droits qu'ont ces Membres de lire, dans les séances suivantes, des Notes ou Mémoires sur l'objet de leur discussion.

Les Programmes des prix proposés par l'Académie sont imprimés dans les *Comptes rendus*, mais les Rapports relatifs aux prix décernés ne le sont qu'autant que l'Académie l'aura décidé.

Les Notices ou Discours prononcés en séance publique ne font pas partie des *Comptes rendus*.

ARTICLE 2. — *Impression des travaux des Savants étrangers à l'Académie.*

Les Mémoires lus ou présentés par des personnes qui ne sont pas Membres ou Correspondants de l'Académie peuvent être l'objet d'une analyse ou d'un résumé qui ne dépasse pas 3 pages.

Les Membres qui présentent ces Mémoires sont tenus de les réduire au nombre de pages requis. Le Membre qui fait la présentation est toujours nommé; mais les Secrétaires ont le droit de réduire cet Extrait autant qu'ils le jugent convenable, comme ils le font pour les articles ordinaires de la correspondance officielle de l'Académie.

ARTICLE 3.

Le *bon à tirer* de chaque Membre doit être remis à l'imprimerie le mercredi au soir, ou, au plus tard, le jeudi à 10 heures du matin; faute d'être remis à temps, le titre seul du Mémoire est inséré dans le *Compte rendu* actuel, et l'extrait est renvoyé au *Compte rendu* suivant, et mis à la fin du cahier.

ARTICLE 4. — *Planches et tirage à part.*

Les *Comptes rendus* n'ont pas de planches.

Le tirage à part des articles est aux frais des auteurs; il n'y a d'exception que pour les Rapports et les Instructions demandés par le Gouvernement.

ARTICLE 5.

Tous les six mois, la Commission administrative fait un Rapport sur la situation des *Comptes rendus* après l'impression de chaque volume.

Les Secrétaires sont chargés de l'exécution du présent Règlement.

Les Savants étrangers à l'Académie qui désirent faire présenter leurs Mémoires par MM. les Secrétaires perpétuels sont priés de les déposer au Secrétariat au plus tard le Samedi qui précède la séance, avant 5h. Autrement la présentation sera remise à la séance suivante

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 13 JANVIER 1890,

PRÉSIDENCE DE M. HERMITE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur l'emploi des approximations successives dans l'étude de certaines équations aux dérivées partielles;* par M. **Émile Picard**.

« Considérons une équation du second ordre aux dérivées partielles de la forme

$$(1) \qquad A\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + 2B\frac{\partial^2 u}{\partial x\,\partial y} + C\frac{\partial^2 u}{\partial y^2} = F\left(u, \frac{\partial u}{\partial x}, \frac{\partial u}{\partial y}, x, y\right),$$

A, B, C dépendant seulement des variables indépendantes x et y. Nous mettons dans le second membre une fonction quelconque u_1 de x et y, et formons l'équation

$$\Delta u_2 = F\left(u_1, \frac{\partial u_1}{\partial x}, \frac{\partial u_1}{\partial y}, x, y\right)$$

$\left(\text{en posant ici, pour abréger, } \Delta u = A\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + 2B\frac{\partial^2 u}{\partial x\,\partial y} + C\frac{\partial^2 u}{\partial y^2}\right)$. Concevons qu'on intègre cette équation en u_2, en se donnant certaines conditions aux limites, qui, nous le supposons, déterminent complètement, dans les circonstances où l'on se place, une intégrale que nous désignerons par u_2. On formera ensuite l'équation

$$\Delta u_3 = F\left(u_2, \frac{\partial u_2}{\partial x}, \frac{\partial u_2}{\partial y}, x, y\right),$$

et l'on intégrera cette équation en u_3, en satisfaisant aux mêmes conditions aux limites que plus haut, et nous continuons ainsi indéfiniment. Si l'intégrale u_n tend vers une limite déterminée u, quand n grandira indéfiniment, on obtiendra ainsi l'intégrale u de l'équation (1) satisfaisant aux conditions données.

» Ces généralités ne sont intéressantes qu'autant qu'on précise les conditions aux limites, et qu'on se place dans des conditions où l'on puisse établir rigoureusement la convergence de u_n vers une limite u; c'est ce que j'ai essayé de faire, et je vais résumer très succinctement les résultats auxquels je suis parvenu. Une distinction capitale est à faire, relativement au signe de $B^2 - AC$; nous supposerons successivement les caractéristiques imaginaires, puis réelles dans la partie du plan où restera le point (x, y).

» 1. Dans le premier cas, on peut, sans diminuer la généralité, se borner à considérer l'équation

$$(2)\qquad \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} = F\left(u, \frac{\partial u}{\partial x}, \frac{\partial u}{\partial y}, x, y\right).$$

» Supposons d'abord que l'équation soit linéaire, c'est-à-dire que

$$F = a\frac{\partial u}{\partial x} + b\frac{\partial u}{\partial y} + cu,$$

a, b, c étant des fonctions de x et y. Nous nous donnons ici, comme condition aux limites, la valeur de l'intégrale le long d'un contour fermé C, et nous supposons que l'intégrale reste continue ainsi que ses dérivées partielles des deux premiers ordres à l'intérieur du contour. D'une manière générale, u_n sera donnée par une équation de la forme

$$\Delta u_n = f(x, y), \qquad \left(\Delta u = \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2}\right),$$

$f(x, y)$ étant une fonction connue. C'est une équation qu'on sait intégrer

quand on se donne la valeur de u_n le long du contour C. On peut partir, pour fixer les idées, de $u_1 = 0$. L'étude de u_n montre qu'elle converge vers une limite, tant que C satisfait à certaines conditions, qui, en particulier, seront remplies *quand ce contour aura une aire suffisamment petite.* Dans ce cas, on obtiendra une intégrale de l'équation

$$\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} = a\frac{\partial u}{\partial x} + b\frac{\partial u}{\partial y} + cu,$$

prenant des valeurs données sur le contour. Cette intégrale, comme nous l'avons démontré autrefois, est d'ailleurs *unique,* quand le contour est suffisamment petit.

» Si nous revenons à l'équation générale (2), nous arrivons à une conclusion analogue, pourvu que la fonction $F(u, v, w, x, y)$ satisfasse à la condition suivante : u, v, w restant respectivement entre deux limites finies d'ailleurs quelconques, si l'on désigne par u_1, v_1, w_1 et u_2, v_2, w_2 deux systèmes de valeurs arbitraires de ces variables, on pourra, quels que soient x et y, trouver trois constantes positives L, M, N, telles que

$$|F(u_1, v_1, w_1) - F(u_2, v_2, w_2)| < L|u_1 - u_2| + M|v_1 - v_2| + N|w_1 - w_2|.$$

» *Ainsi, dans une aire suffisamment petite, les approximations successives conduiront à une intégrale de l'équation* (1), *prenant des valeurs données sur le contour.*

» D'une manière générale, toutefois, on ne peut pas affirmer ici, comme plus haut, que cette intégrale soit unique.

» 2. Supposons maintenant les caractéristiques réelles. On pourra se borner à l'équation

$$(3) \qquad \frac{\partial^2 u}{\partial x \partial y} = F\left(u, \frac{\partial u}{\partial x}, \frac{\partial u}{\partial y}; x, y\right).$$

» Nous commençons encore par le cas où F est linéaire et de la forme écrite plus haut. Considérons, dans le plan (Ox, Oy), un arc d'une courbe quelconque C, pour lequel nous supposons seulement qu'une quelconque des coordonnées soit fonction continue de l'autre, et variant toujours dans le même sens; on intégrera les équations successives qui sont de la forme

$$\frac{\partial^2 u_n}{\partial x \partial y} = f(x, y),$$

f étant une fonction connue, par la condition que les dérivées partielles

$\frac{\partial u_n}{\partial x}$ et $\frac{\partial u_n}{\partial y}$ prennent sur C une succession donnée de valeurs, et que u_n prenne une valeur donnée en un point A de C. On partira de $u_1 = 0$.

» Soit B un second point de la courbe C; considérons le rectangle parallèle aux axes, dont A et B sont deux sommets opposés. *Si* B *est suffisamment rapproché de* A, u_n tendra vers une limite u pour tous les points de ce rectangle, et l'on aura l'intégrale u de l'équation

$$\frac{\partial^2 u}{\partial x \, \partial y} = a\frac{\partial u}{\partial x} + b\frac{\partial u}{\partial y} + cu,$$

qui prend en A une valeur donnée, et pour laquelle $\frac{\partial u}{\partial x}$ et $\frac{\partial u}{\partial y}$ prennent sur l'arc AB une succession continue donnée de valeurs. On peut supposer que $\frac{\partial u}{\partial x}$ et $\frac{\partial u}{\partial y}$, sur l'arc AB, sont représentées par des fonctions $\varphi(x)$ et $\psi(y)$, qui ne sont assujetties qu'à la condition d'être continues. J'ajoute que u, $\frac{\partial u}{\partial x}$ *et* $\frac{\partial u}{\partial y}$ *sont des fonctions continues de* x *et* y, *même quand on traverse l'arc* AB. Il y a là un point intéressant de la théorie des équations aux dérivées partielles, sur lequel il est bon d'insister. On doit remarquer en effet qu'il ne pourrait au contraire en être ainsi, en général, dans une région du plan où les caractéristiques sont imaginaires, comme le montre l'exemple simple de l'équation de Laplace. De plus, l'analyse précédente, considérée comme démonstration de l'existence de l'intégrale, ne suppose nullement que a, b, c soient des fonctions *analytiques* de x et y (¹); elle ne suppose pas non plus que les conditions aux limites soient exprimées au moyen de fonctions analytiques.

» Si l'on revient à l'équation générale (3), les mêmes conclusions subsistent sous la condition indiquée pour la fonction F.

» 3. Les théorèmes démontrés au n° 1 ne sont exacts que si le contour C a une aire suffisamment petite. Il est très intéressant de trouver des équations, où, *sans restriction*, une intégrale, supposée continue ainsi que ses dérivées partielles, soit toujours déterminée par ses valeurs sur un

(¹) Dans le Chapitre si remarquable de ses *Leçons sur la théorie des surfaces*, consacré à ce point fondamental (t. II, Chap. IV), M. Darboux se sert seulement de l'hypothèse que a, b, c sont analytiques, pour établir l'existence d'une certaine fonction auxiliaire. D'ailleurs, en se plaçant à notre point de vue des approximations successives, on peut démontrer l'existence de cette fonction, sans faire l'hypothèse indiquée.

contour fermé quelconque. L'équation suivante nous en fournit un exemple étendu. Soit l'équation

$$(4) \qquad \frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} = F(u, x, y),$$

F étant une fonction de u, x et y. Nous supposons que la fonction F soit bien déterminée et finie pour toute valeur réelle de u, et pour toute valeur de x et y dans la région du plan où restera le point (x, y) ; de plus, *elle est positive et croît toujours en même temps que u.*

» Sous ces conditions, on démontre d'abord *qu'il ne peut y avoir deux intégrales de cette équation prenant sur un contour la même succession de valeurs.*

» Ceci posé, cherchons à obtenir la solution prenant une succession continue donnée de valeurs sur le contour C ; nous pouvons d'ailleurs supposer, en faisant préalablement un changement bien simple de fonction, que ces valeurs données se réduisent à zéro. Que va nous donner la méthode d'approximations successives? Elle ne résout pas, en général, le problème, *mais conduit à deux fonctions u et v*, s'annulant sur le contour et satisfaisant aux équations

$$\Delta u = F(v, x, y),$$
$$\Delta v = F(u, x, y).$$

» Pour que le problème posé fût résolu, il faudrait que $u = v$; il n'en est pas ainsi quand le contour C est quelconque, mais cette identité est vérifiée si le contour est suffisamment petit, et, dans ce cas, on a l'intégrale de l'équation (4) s'annulant sur C.

» De ce cas particulier, on peut passer à un contour quelconque; il suffira de montrer à cet effet que *le problème, étant traité pour deux contours ayant une partie commune, pourra être résolu pour le contour limitant extérieurement l'ensemble des deux aires.* Cette question a été traitée par M. Schwarz pour l'équation de Laplace $\Delta u = 0$, et constitue un des points les plus intéressants du beau travail de l'éminent géomètre sur le problème de Dirichlet; le procédé alterné peut, avec des modifications convenables, s'étendre à notre équation générale (4), et, par suite, *se trouve complètement effectuée la recherche de l'intégrale, d'ailleurs unique, de l'équation*

$$\Delta u = F(u, x, y)$$

prenant une succession continue donnée de valeurs sur un contour fermé quelconque.

4. Parmi les équations rentrant dans le type précédent, arrêtons-nous sur l'équation suivante qui présente un grand intérêt, tant en Géométrie qu'en Analyse,

$$(5)\qquad \frac{\partial^2 u}{\partial x^2}+\frac{\partial^2 u}{\partial y^2}=ke^u,$$

où k désigne une constante positive : c'est l'équation de Liouville.

» Il est intéressant d'approfondir l'étude des intégrales de cette équation. Les intégrales, considérées jusqu'ici, étaient continues à l'intérieur de C ; je suppose maintenant qu'elles aient des points singuliers logarithmiques. J'entends qu'un point (a, b) est, pour une intégrale u, un point singulier logarithmique, si l'on a, dans le voisinage de ce point,

$$u=m\log[(x-a)^2+(y-b)^2]+\mathrm{P}(x, y),$$

P étant une fonction continue de x et y ; m désigne une constante. Soient, à l'intérieur de C, différents points (a, b), à chacun desquels est attaché un coefficient m. Dans le cas où tous les m sont supérieurs à -1, *on pourra déterminer l'intégrale de l'équation* (5), *prenant sur un contour quelconque* C *des valeurs données et ayant à l'intérieur les points singuliers logarithmiques* (a, b) *avec les coefficients donnés* m.

» Considérons ensuite une région du plan, comprenant le point à l'infini ; soit la partie du plan extérieure à une courbe fermée C. Le point à l'infini sera dit un point singulier logarithmique, avec le coefficient M, pour une intégrale u, si, faisant la transformation

$$x+iy=\frac{1}{x'+iy'},$$

on a, dans le voisinage de $x'=0$, $y'=0$,

$$u=-\mathrm{M}\log(x'^2+y'^2)+\mathrm{P}(x', y'),$$

P étant continue. Dans le cas où M est inférieur à -1, on peut déterminer l'intégrale de l'équation, prenant sur C des valeurs données et ayant à l'infini un point singulier logarithmique avec le coefficient M.

» Nous pouvons maintenant envisager l'ensemble du plan, et étudier les intégrales uniformes de l'équation (5), continues, ainsi que leurs dérivées partielles, pour tout point de plan, à l'exception d'un certain nombre de

points (a_i, b_i) et du point à l'infini, qui seront des points singuliers logarithmiques avec les coefficients respectifs m_i et M. On suppose que $M + \Sigma m_i = 0$; les m sont supérieurs à -1, et M est inférieur à ce nombre.

» *Ces intégrales dépendent seulement d'une constante arbitraire, et une intégrale de cette sorte est déterminée quand on donne sa valeur en un point du plan distinct des points singuliers.*

» Après avoir étudié les intégrales sur le plan simple, il est facile d'étendre cette théorie au plan multiple, c'est-à-dire au plan recouvert d'un certain nombre de feuillets formant une surface de Riemann. On supposera, comme on le fait d'habitude, les points à l'infini distincts sur les n feuillets. A ces points à l'infini faisons correspondre n coefficients $M_1, M_2, \ldots, M_n$, et soient de plus sur la surface un certain nombre de points (a_i, b_i) avec les coefficients correspondants m_i; on a, par hypothèse,

$$\Sigma M + \Sigma m = 0.$$

» De plus, les M et les m satisfont aux mêmes inégalités que plus haut. Nous considérons les intégrales de l'équation différentielle (5), uniformes sur la surface de Riemann, et continues pour tout point de cette surface, sauf les n points à l'infini et les points (a, b), qui seront des points singuliers logarithmiques avec les coefficients respectifs M et m. La conclusion à laquelle nous sommes arrivé pour le plan simple subsiste ici : *les intégrales de cette sorte ne dépendent que d'une constante arbitraire.*

» Ces théorèmes ouvrent la voie à différentes recherches : je me contente, pour le moment, d'indiquer que l'équation précédente s'introduit tout naturellement dans la théorie des fonctions fuchsiennes. On peut aisément le prévoir, car cette équation se rattache, comme il est bien connu, à l'étude des surfaces à courbure constante négative, étude intimement liée à la Géométrie non euclidienne qui y trouve l'interprétation la plus simple. Mais le développement de cette idée m'entraînerait aujourd'hui trop loin des méthodes d'approximations successives qui font le lien des différentes parties de ce travail. »

CHIMIE. — *Sur quelques nouvelles fluorescences.*
Note de M. **Lecoq de Boisbaudran.**

« *Zircone et* Zβ. — Avec deux centièmes de $Z\beta^2O^3$ dans la zircone, je n'ai obtenu qu'une fluorescence jaune ne donnant guère que le spectre atténué de $ZrO^2 + Z\alpha$.

» J'ai en outre examiné les fluorescences que peuvent donner les oxydes de Sm, Zα et Zβ mêlés à un excès d'acide stannique ou d'acide tantalique fortement calcinés.

» *Acide stannique et samarine.* — De l'étain et un peu de samarine furent traités ensemble par l'acide nitrique. On ajouta SH^2O^4 et l'on calcina vers la fusion de l'argent. La matière donne une faible fluorescence orangée. La même matière, fortement calcinée, produit au premier instant une fluorescence dont la teinte varie du jaune un peu orangé au jaune clair, suivant le degré du vide. Cette fluorescence s'affaiblit *très rapidement* par prolongation du courant induit. L'analyse de la lumière est assez difficile à faire.

λ	
623,2 environ.	Milieu apparent d'une petite bande très nébuleuse.
Vers 609,4.........	Milieu apparent d'une petite bande très nébuleuse, moins marquée, moins discernable et moins large que 623,2.
α 570,3.........	Raie un peu nébuleuse. Assez facilement visible au premier instant, mais s'éteignant rapidement.

» Quand on traite le même étain ainsi qu'il vient d'être dit, mais sans lui ajouter de samarine, on obtient, après forte calcination, une matière qui fluoresce en un jaune clair très analogue à celui de $SnO^2 + Sm$. Mais alors il ne m'a pas été possible de voir de raies : je n'ai observé qu'un spectre continu. Cette fluorescence, qu'on peut supposer due à des traces d'impuretés non déterminées, s'affaiblit d'ailleurs très vite par prolongation du courant induit.

» *Acide tantalique et samarine.* — De l'acide tantalique, mêlé de samarine, fut traité par SH^2O^4 et fortement calciné. La matière fluoresce en un orangé sombre qui s'affaiblit par prolongation du courant induit, mais moins vite que ne le font $ZrO^2 + Sm$ et $SnO^2 + Sm$. On ne voit guère que deux larges bandes nébuleuses assez faibles.

λ	
β 601,4 environ.	Milieu apparent d'une bande assez faible et *très nébuleuse*. Large de 25λ à 30λ.
α 563,1 environ.	Milieu apparent d'une bande très nébuleuse. Un peu plus nébuleuse à gauche qu'à droite. Intensité assez modérée. Notablement plus marquée que β601,4. Large de 15λ environ.

» Les positions de ces bandes se rapprochent de celles des bandes de

l'alumine samarifère modérément calcinée. Mais, avec l'alumine, la bande orangée est bien plus lumineuse que la verte et porte une raie assez distincte, dont je n'ai pas retrouvé l'analogue sur la bande orangée de $Ta^2O^5 + Sm$.

» *Acide stannique et* $Z\alpha$. — L'acide stannique mélangé d'un centième de $Z\alpha^2O^3$ et fortement calciné ne m'a pas donné de fluorescence notable.

» *Acide tantalique et* $Z\alpha$. — Avec un centième de $Z\alpha^2O^3$ dans le Ta^2O^5, on obtient, après forte calcination, une assez pâle fluorescence jaune verdâtre, qui s'affaiblit rapidement sous l'action du flux électrique. On voit aussi une trace de la bande verte de $Z\beta$.

	λ.	
α	574,9 à 574,6 env.	Milieu apparent de la partie notablement éclairée d'une bande plus indécise à gauche qu'à droite. Cette position varie sensiblement avec l'intensité de la lumière. Facilement visible au premier instant, mais s'affaiblit vite. Large de 15 à 18 λ *environ*.
β	Vers 482...........	Milieu apparent de la partie la plus éclairée d'une bande très indécise, surtout à gauche, et d'intensité très modérée au premier instant. S'affaiblit vite. Bien plus faible que α. Cette position varie sensiblement avec l'intensité du spectre. Large de 19 à 23 λ *environ*.

» *Acide stannique et* $Z\beta$. — Avec trois centièmes de $Z\beta^2O^3$ dans l'acide stannique, je n'ai pas obtenu de fluorescence notable.

» *Acide tantalique et* $Z\beta$. — Avec trois centièmes de $Z\beta^2O^3$ dans le Ta^2O^5, on obtient, après forte calcination, une fluorescence d'un vert un peu jaune et assez jolie, quoique pas brillante. Cette fluorescence s'affaiblit bien un peu par prolongation du flux électrique, mais moins que ne le fait $Ta^2O^5 + Z\alpha$. On voit aussi une image atténuée de la bande jaune $Ta^2O^5 + Z\alpha$.

	λ.	
α	551,6 *environ*..	Commencement assez indécis de l'éclairage notable. Il y a encore un peu de lumière à gauche de 551,6.
	544,7.........	Milieu apparent de l'ensemble d'une bande un peu dégradée de droite à gauche. Assez bien marquée. La position varie légèrement avec l'intensité de la lumière.
	540,87........	Milieu d'une assez grosse raie, plus nébuleuse à gauche qu'à droite. Assez peu distincte du reste de la bande, dont elle forme le bord droit. Assez bien marquée.
	538,3 à 538,1.	Bord droit de la bande. Nébuleux, mais pas vague.

λ	
β *Vers* 490,4.........	Milieu apparent de la partie la plus éclairée d'une bande à bords vagues. Encore plus indécise à gauche qu'à droite. Intensité modérée. Beaucoup plus faible que α. Large de 12 à 14 λ *environ*.

» Les fluorescences que je viens de décrire offrent de nouveaux exemples de la pluralité des spectres obtenus avec une même matière active dans des dissolvants solides différents. On conçoit, d'ailleurs, aisément que les dissolvants solides, en se combinant avec une matière active, doivent toujours modifier les longueurs d'ondes des bandes, ainsi que la constitution de celles-ci, tout en laissant le plus souvent subsister chez les divers spectres de la matière active un air de famille qui permet d'en reconnaître à première vue l'origine commune. Mais, si l'on veut établir, *par des mesures exactes de longueurs d'ondes*, l'identité ou la diversité de deux matières actives, il est essentiel d'opérer sur des dissolvants solides absolument semblables.

» J'avais déjà signalé la rapide extinction de certaines fluorescences que produit l'échauffement des substances examinées. Cet effet peut dépendre à la fois de la nature de la matière active et de celle du dissolvant solide. Ainsi, au sein de la silice et de l'acide tantalique, l'échauffement affaiblit notablement la fluorescence de Zα, tandis que la fluorescence de Zβ est *relativement* peu altérée. Au sein de la zircone, les fluorescences de Zα et de Sm s'affaiblissent très vite par l'échauffement et beaucoup plus qu'elles ne le font dans la silice. L'action affaiblissante de l'échauffement dépend peut-être plus généralement encore de la nature du dissolvant solide que de celle de la matière active; mais chaque corps tend à communiquer à la combinaison dont il fait partie la propriété spéciale qui le distingue.

» La comparaison des fluorescences $Al^2O^3 + Sm$ et $SiO^2 + Sm$ est intéressante comme exemple des modifications différentes qu'une forte calcination des substances imprime aux spectres dérivés d'une même matière active. L'alumine samarifère, modérément calcinée, donne (ainsi que $Ga^2O^3 + Sm$) un premier type spectral constitué par trois bandes diffuses dont la centrale (orangée) porte une raie relativement distincte. La même $Al^2O^3 + Sm$, fortement calcinée, fournit un second type spectral tout différent; les trois bandes étant alors transformées en trois groupes de raies distinctes et beaucoup plus brillantes, dont les longueurs d'ondes moyennes sont supérieures à celles des bandes du premier type. Avec la

silice samarifère, une calcination aussi forte que celle appliquée à l'alumine samarifère ne produit que le premier type spectral, mais ce type est plus développé que dans $Al^2O^3 + Sm$, car les trois bandes sont beaucoup plus lumineuses, et chacune d'elles porte une forte raie. Il va sans dire que les positions des bandes et raies ne sont pas les mêmes dans $Al^2O^3 + Sm$ (modérément calciné) et dans $SiO^2 + Sm$. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. L. **Devaureix** adresse le résumé de ses observations à bord du navire à vapeur *le Médoc*, sur la compensation des compas à bord des bâtiments en fer.

(Commissaires : MM. Jurien de la Gravière, de Jonquières, Bouquet de la Grye, Cornu.)

M. **Vladislas de Turine** adresse, de Saint-Pétersbourg, un Mémoire intitulé « Quelques réflexions sur deux nouvelles méthodes qui peuvent être applicables à la détermination des poids moléculaires des métaux ».

(Commissaires : MM. Fizeau, Mascart, Lippmann.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel de l'Académie des Inscriptions et Belles-Lettres** invite l'Académie des Sciences à désigner l'un de ses membres pour faire partie de la Commission du prix Fould (Histoire des arts du dessin, chez les peuples anciens jusqu'au siècle de Périclès).

MM. **A. Auvard**, **G. Eiffel**, **E. Goursat**, **E. Heckel**, **Ch. Lallemand**, **A. Nicolas**, **A. Verneuil** adressent leurs remerciements à l'Académie pour les distinctions accordées à leurs travaux dans la dernière séance publique.

M. le **Secrétaire perpétuel** informe l'Académie de la perte que la Science vient de faire dans la personne de M. *Ed. Combescure*, Professeur à la Faculté de Montpellier.

ÉLECTRICITÉ. — *Résonance multiple des ondulations électriques de* M. Hertz. Note de MM. **Édouard Sarasin** et **Lucien de la Rive**, présentée par M. Cornu.

« Les remarquables recherches de M. Hertz sur les ondulations électriques (¹) ont été répétées, croyons-nous, dans un grand nombre de laboratoires. Nous avons entrepris nous-mêmes, depuis un certain temps déjà, quelques essais (²) dans le champ si vaste et si riche dont ce savant a doté la Science. Nous ne nous arrêterons pas à celles de ces expériences qui confirment les faits énoncés par M. Hertz, et nous arrivons tout de suite à un point de ces recherches auquel nous avons plus particulièrement voué notre attention et sur lequel nous avons pu établir quelques données nouvelles.

» Parmi les expériences que M. Hertz décrit à l'appui de son hypothèse de la propagation ondulatoire de l'induction électrique, il en est une qui consiste à fixer, devant les deux capacités de son excitateur primaire, deux plaques de laiton desquelles partent normalement deux fils conducteurs, d'égale longueur, isolés à leurs extrémités, parallèles entre eux et perpendiculaires à l'axe du conducteur primaire. Le mouvement ondulatoire électrique excité par ce dernier se propage le long de ces fils jusqu'à leur extrémité isolée, où il est réfléchi. Les ondes réfléchies interférant avec les ondes directes donnent naissance à des ondes stationnaires séparées par des nœuds fixes équidistants. En effet, un résonateur circulaire promené entre ces deux fils, avec son plan normal à leur direction et son interruption à la partie supérieure, donne une étincelle qui passe alternativement par des maxima et des minima équidistants. Prenant un conducteur primaire de $1^m,20$ d'amplitude, par exemple, et un résonateur de $0^m,75$ de diamètre à l'unisson avec lui, on verra, à l'extrémité la plus éloignée des fils, l'étincelle du résonateur présenter un maximum dénotant un ventre,

---

(¹) *Archives des Sciences physiques et naturelles*, 1889, t. XXI, p. 281.
(²) *Ibid.*, 1889, t. XXII, p. 283.

soit une réflexion sans changement de signe. A $1^m,20$ de cette extrémité, l'étincelle s'éteint pour reparaître plus loin, disparaître de nouveau à $4^m,20$, reparaître encore, puis disparaître à $7^m,20$, ainsi de suite. Ces inter-nœuds de 3^m environ donnent la mesure de la moitié de la longueur d'onde totale correspondant au conducteur primaire. Telle est l'expérience de M. Hertz, qui est très facile à répéter. Or, en la variant de différentes manières, nous avons obtenu des résultats différents, qui ne sont point en contradiction avec ceux de M. Hertz, mais les complètent sur certains points.

» Dans l'expérience que nous venons de décrire, le résonateur donne la longueur d'onde correspondant à l'amplitude du conducteur primaire, parce qu'on a eu soin de prendre, pour la révéler, un résonateur qui a la même période que lui. Celui-ci donne la longueur d'onde du primaire, mais surtout il donne la longueur d'onde qui lui est propre, et ce n'est que parce que c'est la sienne qu'il la donne. En effet, si l'on prend des résonateurs circulaires de grandeur quelconque, plus petite, par exemple des cercles de $0^m,50$ et de $0^m,35$ de diamètre, soumis à l'action du même primaire, on ne constate plus les nœuds aux mêmes points le long des fils, mais de tout autres nœuds, plus rapprochés les uns des autres avec le cercle de $0^m,50$ qu'avec celui de $0^m,75$, plus rapprochés encore avec celui de $0^m,35$. On le voit, ce n'est pas la période du primaire que donne le résonateur, mais une tout autre période, indépendante du primaire, lui appartenant en propre.

» Nous avons exécuté un grand nombre de mesures avec ces trois types de résonateurs. Les dispositions générales de l'expérience restant les mêmes, nous en avons fait varier beaucoup les circonstances secondaires : dimensions et disposition du conducteur primaire, écartement et longueur des fils, position du résonateur par rapport à ces fils, emploi d'un seul fil ou même d'un tube de cuivre à la place de ce fil unique, addition ou suppression des plaques de laiton à l'extrémité des fils près du primaire; toujours la position des nœuds révélés par un même résonateur est restée la même comptée à partir de l'extrémité la plus éloignée des fils.

» La disposition que nous avons finalement adoptée a été de prendre deux fils de cuivre de $1^{mm},8$ de diamètre et $10^m,60$ de long, bien fixes et tendus. Le résonateur circulaire se meut le long d'une règle graduée. Pour déterminer un nœud, on marque dans l'obscurité les deux points où se produit l'extinction de part et d'autre de ce nœud avec des jetons dont on lit ensuite la position moyenne sur l'échelle.

» Le Tableau suivant résume les mesures d'une des séries obtenues de la sorte, en gardant constamment le même primaire formé pour cette série de deux plaques de laiton carrées de 20^{cm} de côté, présentant entre elles un écartement de 48^{cm}, et en l'actionnant avec une machine de Ruhmkorff de 55^{cm} de longueur :

Distance des nœuds à l'extrémité libre des fils.

Distance	Cercle de 35cm. observée.	Cercle de 35cm. calculée.	Cercle de 50cm. observée.	Cercle de 50cm. calculée.	Cercle de 75cm. observée.	Cercle de 75cm. calculée.
	m	m	m	m	m	m
1er nœud.	0,60	0,60	0,78	0,78	1,24	1,24
2e »	2,03	2,07	2,73	2,67	4,19	4,23
3e »	3,56	3,54	4,46	4,56	7,23	7,22
4e »	5,09	5,01	6,52	6,45		
5e »	6,45	6,48	8,35	8,34		
6e »	7,90	7,95				
7e »	9,42	9,42				

Moyenne : de 6 inter-nœuds, 1,47; de 4 inter-n., 1,89; de 2 inter-n., 2,99.

» Ce Tableau montre que la distance du premier nœud à l'extrémité des fils est plus petite que le quart de la longueur d'onde, fait analogue à ce qui se passe pour la réflexion du son dans les tuyaux ouverts. Cette distance est à peu de chose près égale la moitié de la circonférence du cercle, comme le montre le Tableau suivant :

	Distance du premier nœud.	Demi-circonférence.
Cercle de 0,35......	0,60	0,55
» 0,50......	0,78	0,78
» 0,75......	1,24	1,17

ce qui semble indiquer que la réflexion dans le cercle de part et d'autre de l'interruption s'accomplit d'une manière analogue à la réflexion à l'extrémité des fils, les deux pôles du résonateur correspondant à deux ventres de signes contraires.

» Si l'on dispose un fil de jonction à l'extrémité des fils, il s'y produit un nœud, comme l'indique M. Hertz. En disposant un disque de laiton à l'extrémité libre de chacun des deux fils, nous avons obtenu le même résultat, mais les dimensions des inter-nœuds restent toujours les mêmes pour un même résonateur.

» Si l'on adapte aux extrémités du résonateur, de part et d'autre de l'interruption, de petits bouts de fil de cuivre, de longueur croissante, dont l'effet est d'augmenter toujours plus son amplitude, on obtient avec ce même cercle des inter-nœuds croissant de quantités équivalentes. Ajoutons que nous n'avons pas réussi à constater l'existence des nœuds avec un résonateur rectiligne, non fermé sur lui-même.

» Tous ces faits montrent, pensons-nous, que l'on peut dans le mouvement oscillatoire électrique qui émane d'un excitateur de M. Hertz révéler une onde d'une grandeur quelconque, entre certaines limites, la grandeur de l'onde dont on constate les ventres et les nœuds dans l'expérience ci-dessus ne dépendant que des dimensions du résonateur employé pour cela. On est fondé à admettre que le système ondulatoire électrique produit par un tel excitateur contient toutes les longueurs d'onde possibles entre certaines limites, chaque résonateur choisissant dans cet ensemble complexe,

pour en montrer les ondes stationnaires, l'ondulation dont la période correspond à la sienne propre. C'est donc ce qu'on peut appeler *résonance multiple* des ondulations électriques, comme on a déjà appelé *résonateurs* les appareils destinés à mettre en évidence le mouvement vibratoire.

» Cette multiplicité de la période du mouvement ondulatoire électrique n'a rien qui doive nous étonner à première vue ; mais il y avait, nous semble-t-il, un certain intérêt à la constater. »

M. Cornu, à l'occasion de cette Communication, ajoute la remarque suivante :

« Ces résultats montrent avec quelle réserve il convient d'accueillir les conséquences théoriques que M. Hertz a tirées de ses expériences, particulièrement en ce qui concerne la mesure de la vitesse de propagation de l'induction dans un conducteur rectiligne.

» La théorie de M. Hertz repose en effet sur deux éléments distincts :

» 1° Sur l'*hypothèse* fondamentale que l'étincelle de la bobine inductrice produit un ébranlement de *période fixe*, déterminée uniquement par la construction de l'excitateur ;

» 2° Sur l'*observation d'une périodicité apparente* dans l'état électrique des fils induits.

» Alors l'Auteur, poursuivant l'assimilation du fil induit avec une colonne élastique vibrante, imagine qu'il existe une corrélation entre cette périodicité hypothétique de l'excitateur et la périodicité apparente de l'état électrique du fil; il détermine des nœuds et des ventres (c'est-à-dire l'analogue d'une longueur d'onde λ) à l'aide d'un appareil auxiliaire ou *résonateur électrique;* d'autre part, un calcul fondé sur des bases contestables lui fournit la période oscillatoire T de l'excitateur primaire, d'où il conclut, par la relation $\lambda = VT$, la vitesse V de propagation de l'induction dans le fil, analogue de la vitesse de propagation d'une onde électrique, vitesse qui, dans certains cas, se trouve identique à la vitesse de la lumière.

» Les expériences de MM. Sarasin et de la Rive nous apprennent que l'état oscillatoire de la charge électrique du fil induit, au lieu d'être invariable, comme doit l'être le régime vibratoire d'une colonne élastique soumise à une action de période unique et déterminée, dépend essentiellement du résonateur avec lequel on l'explore.

» Ce résultat est extrêmement grave pour la théorie de M. Hertz : en effet, le seul élément expérimental fixe et incontestable paraissait être la

valeur de la longueur d'onde de la propagation électrique corrélative d'une période bien définie de l'excitateur.

» Nous apprenons aujourd'hui que cette longueur d'onde est variable avec l'appareil d'observation : la théorie de M. Hertz est alors enfermée dans un dilemme dont les deux termes sont également fâcheux : l'expérience montrant que $\lambda = VT$ est variable, ou bien c'est la période T qui n'est pas fixe et unique, conclusion contraire à l'hypothèse fondamentale, à l'idée originale de l'auteur; ou bien c'est le facteur V qui est variable avec l'explorateur, conséquence absurde, puisque V doit représenter la vitesse de propagation de l'induction, c'est-à-dire une constante spécifique.

» On voit qu'il est très prudent de procéder comme l'ont fait MM. Sarasin et de la Rive, c'est-à-dire d'étudier d'abord et avec précision la méthode expérimentale, très curieuse, imaginée par M. Hertz, avant de songer à la présenter comme une démonstration de l'identité de l'électricité et de la lumière. »

PHYSIQUE. — *Sur le rapport entre les conductibilités électrique et thermique des métaux.* Note de M. **Alphonse Berget**, présentée par M. Lippmann.

« Dans ma précédente Communication [1], j'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie une méthode simple qui, réalisant le cas théorique du mur de Fourier, permettait de mesurer, à l'aide de simples déterminations de température, la conductibilité thermique des différents métaux relativement à celle du mercure. Comme j'avais déjà [2] mesuré cette dernière en valeur absolue, il en résulte que la méthode fournissait les conductibilités absolues des métaux étudiés.

» J'ai étendu, depuis lors, ces déterminations à différents métaux que je n'avais pas mis en expérience pendant mon premier travail. Ayant ainsi de bonnes mesures absolues de leurs conductibilités thermiques, j'ai pensé qu'il y aurait intérêt à leur comparer les valeurs de leurs conductibilités électriques déterminées sur les mêmes échantillons, ce qui est une condition essentielle de comparabilité.

» Pour cela, j'ai retiré de son anneau de garde la barrette qui y était enchâssée pour la mesure de la conductibilité thermique, et j'en ai déter-

---

[1] *Comptes rendus.*
[2] *Comptes rendus,* 25 juillet 1887.

miné la conductibilité électrique par la méthode du pont double de Sir W. Thomson. J'ai cherché ensuite le rapport des coefficients moyens k de conductibilité thermique aux coefficients moyens c de conductibilité électrique, mesurés tous deux entre 0° et 30°. Tous ces résultats sont consignés dans le Tableau suivant :

Métaux.	k.	c.	$\frac{k}{c}$.
Cuivre	1,0405	$65,13 \times 10^{-5}$	$1,6 \times 10^{3}$
Zinc	0,303	$18,00 \times 10^{-5}$	$1,7 \times 10^{3}$
Laiton	0,2625	$15,47 \times 10^{-3}$	$1,7 \times 10^{3}$
Fer	0,1587	$9,41 \times 10^{-5}$	$1,7 \times 10^{3}$
Étain	0,151	$8,33 \times 10^{-5}$	$1,8 \times 10^{3}$
Plomb	0,0810	$5,06 \times 10^{-6}$	$1,6 \times 10^{3}$
Antimoine	0,042	$2,47 \times 10^{-5}$	$1,7 \times 10^{3}$
Mercure	0,0201	$1,06 \times 10^{-5}$	$1,8 \times 10^{3}$

» On voit que l'ordre des conductibilités est le même pour la chaleur et l'électricité, mais que le rapport $\frac{k}{c}$ n'est pas rigoureusement constant. Je ne crois donc pas qu'il y ait proportionnalité absolue entre les coefficients de conductibilité électrique et thermique.

» J'avais d'ailleurs, dans un travail précédent, étudié la variation du coefficient de conductibilité thermique du mercure entre 0° et 300°. J'avais trouvé que le coefficient moyen de variation était, pour 1°, — 0,00046, nombre différent du coefficient de variation correspondant de la conductibilité électrique, qui est — 0,00085.

» La loi de la proportionnalité des deux conductibilités n'est donc exacte qu'approximativement, à peu près dans les conditions de la loi de Dulong et Petit relative aux chaleurs spécifiques [1]. »

CHIMIE. — *Chaleur de formation du chlorure platinique.* Note de M. L. **Pigeon**, présentée par M. Troost.

« Le chlorure platinique peut être obtenu, comme je l'ai fait voir précédemment (*Comptes rendus*, t. CVIII, p. 1009), en décomposant par la chaleur, dans un courant de chlore, une combinaison anhydre que ce chlorure forme avec le chlorure sélénique. Une fois établie la complète

[1] Ce travail a été fait au laboratoire des Recherches physiques de la Sorbonne.

stabilité de ce corps, même à 360°, dans une atmosphère de chlore, je me suis proposé de compléter son étude et de déterminer sa chaleur de formation. J'ai cherché, par conséquent, à préparer le chlorure platinique par une méthode pratique et capable d'en fournir de notables quantités. On y parvient facilement en préparant tout d'abord l'acide chloroplatinique, et chauffant celui-ci dans un courant de chlore, à la température bien définie de 360° que donne la bouteille à mercure.

» I. Pour obtenir une quantité suffisante d'acide chloroplatinique bien exempt de produits nitreux, j'ai trouvé préférable de ne pas employer l'attaque du métal par l'eau régale. Si l'on emploie ce procédé, on doit en effet faire, après l'attaque, plusieurs évaporations à sec en présence d'acide chlorhydrique; si, pendant la dernière évaporation, la température devient trop élevée, on peut craindre que la composition du produit ne soit notablement altérée. Il m'a paru plus sûr de décomposer, par le chlore, du chloroplatinate d'ammoniaque mis en suspension dans l'eau : l'opération se fait commodément dans un ballon à long col que l'on chauffe, vers 110°, dans un bain d'eau salée. Lorsque toute trace d'ammoniaque a disparu, on soumet à l'évaporation la liqueur, d'abord à une chaleur douce, puis dans le vide sec à la température ambiante; cette liqueur abandonne alors de beaux prismes rouge orangé, déliquescents, d'acide chloroplatinique.

» Cette matière a été souvent décrite, notamment par Weber (*Poggendorff's Annalen*, t. 31, p. 441) et par Topsöe (*Résumé du Bulletin de la Société royale danoise des Sciences pour* 1868). L'analyse a donné la composition suivante, en parfait accord avec la formule $PtCl^4$, $2HCl$, $6H^2O$ que ces deux savants lui ont assignée :

	Calculé.	Trouvé.
Platine	37,57	38,22
Chlore	41,04	40,63
Hydrogène	0,38	»
Eau	21,01	»
	100,00	

» Si l'on chauffe à 360° les cristaux dont je parle, ils perdent leur eau et leur acide chlorhydrique, mais ils fondent tout d'abord dans l'eau de cristallisation, puis la matière fondue se boursoufle et projette. Il vaut mieux abandonner d'abord ces cristaux pendant quelques jours dans le vide sec, au-dessus de la potasse fondue, à une température douce : ils s'effleurissent bientôt et ne contiennent plus que deux molécules d'eau environ, au lieu de six; chauffés dans le chlore à 360°, ils se comportent

comme il est dit plus haut, sauf qu'ils ne fondent pas. Ils laissent une matière pulvérulente, brune, identique pour l'aspect et les propriétés à celle que j'ai précédemment décrite. L'analyse lui assigne la formule $PtCl^4$:

	Calculé.	Trouvé.
Platine	57,87	57,79
Chlore	42,13	41,80
	100,00	

» J'ai cru devoir faire des vérifications de mes analyses, en déterminant le poids de platine que laisse la substance lorsqu'on la calcine seule dans un creuset : j'ai rencontré, en faisant cette expérience, un fait intéressant à signaler. Si l'on n'a pas soin de conduire cette calcination d'une façon très lente, on constate que le creuset, dont la température n'a pas dépassé le rouge très sombre, s'est tapissé sur ses parois de cristaux de platine, déjà reconnaissables à l'œil nu, et qui présentent, lorsqu'on les regarde au microscope, des faces et des arêtes très nettes. Il y a donc déjà volatilisation apparente du platine à une température relativement très basse, inférieure de plusieurs centaines de degrés à celle que réalisaient MM. Troost et Hautefeuille (*Comptes rendus*, t. LXXXIV, p. 947) dans leurs recherches sur la volatilisation du platine dans le tube chaud et froid, au milieu d'un courant de chlore. Le résultat que j'indique ici est d'ailleurs tout à fait analogue à celui qu'a obtenu M. Moissan (*Comptes rendus*, t. CIX, p. 807) dans son travail récent sur le fluorure platinique. Une calcination extrêmement lente permet seule d'éviter ce transport du platine sur les parois et le couvercle du creuset.

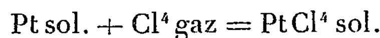
» II. M. Thomsen a déterminé, en 1877 (*Journal für praktische Chemie*, t. XV, p. 435), la chaleur de formation de l'acide chloroplatinique à partir du platine, du chlore et de l'acide chlorhydrique dissous : il a trouvé que la réaction



$$\text{Pt sol.} + \text{Cl}^4\text{ gaz} + 2\text{HCl diss.} = \text{PtCl}^4,\ 2\text{HCl diss.}$$

correspond à $84^{cal},6$ dégagées.

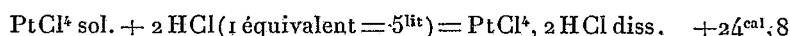
» Je me suis proposé de chercher, à l'aide du produit dont je viens d'indiquer la préparation, la chaleur de formation du chlorure anhydre, correspondant à la réaction



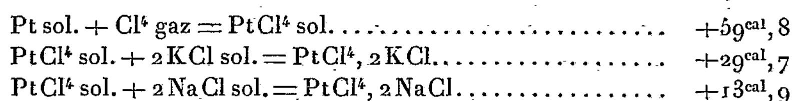
$$\text{Pt sol.} + \text{Cl}^4\text{ gaz} = \text{PtCl}^4\text{ sol.}$$

» A cet effet, le chlorure anhydre a été dissous dans l'acide chlorhy-

drique dilué ($7^{gr},3$ par litre). La quantité d'acide employé était environ cinq fois celle qui aurait été nécessaire pour former l'acide chloroplatinique. J'ai vérifié d'ailleurs qu'un excès d'acide chlorhydrique, ajouté à la dissolution de cet acide chloroplatinique, ne donne lieu à aucun dégagement de chaleur appréciable. — La dissolution du chlorure anhydre est immédiate, et le dégagement de chaleur instantané. J'ai obtenu, à la température de 11°,


$PtCl^4$ sol. + 2 HCl (1 équivalent = 5^{lit}) = $PtCl^4$, 2 HCl diss. $+24^{cal},8$

» En comparant ce nombre avec ceux de M. Thomsen, on trouve :


Pt sol. + Cl^4 gaz = $PtCl^4$ sol.	$+59^{cal},8$
$PtCl^4$ sol. + 2 KCl sol. = $PtCl^4$, 2 KCl	$+29^{cal},7$
$PtCl^4$ sol. + 2 NaCl sol. = $PtCl^4$, 2 NaCl	$+13^{cal},9$

» J'ai déterminé aussi la chaleur de dissolution de l'acide chloroplatinique. La mesure que j'en ai faite a porté sur $32^{gr},12$ de ce corps, soit $\frac{1}{16}$ du poids moléculaire. La dissolution de $PtCl^4$, 2HCl, $6H^2O$ correspond à $4^{cal},34$ dégagées. Ce nombre est relatif à la dissolution du corps dans environ quinze fois son poids d'eau : il se rapporte à la température de 14°.

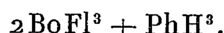
» On peut conclure de là la chaleur de formation de l'acide chloroplatinique solide $PtCl^4, 2HCl + 6H^2O$ à partir de $PtCl^4$ sol. et HCl diss.; elle correspond à $20^{cal},5$ dégagées.

» Il reste encore à déterminer, pour compléter l'étude thermochimique du chlorure platinique, sa chaleur de dissolution dans l'eau et celle de son hydrate. Il semble que, pour obtenir la première de ces données, il suffise de projeter dans l'eau le chlorure anhydre. Cette expérience, que j'ai faite, ne m'a pas encore donné de résultats satisfaisants : la dissolution, au moment même où on la prépare, n'est pas limpide; elle contient en suspension un solide jaune clair, et ce n'est qu'après un temps assez long que la liqueur devient claire d'elle-même. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur les combinaisons de l'hydrogène phosphoré gazeux avec les fluorures de bore et de silicium.* Note de M. **Besson**, présentée par M. Troost.

« L'hydrogène phosphoré gazeux bien sec semble sans action sur le fluorure de bore à la température ordinaire; mais, si l'on fait arriver les

deux gaz dans une enceinte refroidie, la combinaison semble déjà se produire vers — 30°. Mais, en raison de la difficulté que l'on éprouve à condenser le produit de la réaction en présence d'un excès des gaz réagissants, la température a dû être portée jusqu'à — 50° ; on voit alors se déposer un corps solide blanc, qui se teinte en jaune quand la température s'élève, en même temps qu'il se décompose. Si l'on recueille les produits gazeux qui se dégagent lorsque le corps revient à la température ambiante ou qu'on le chauffe légèrement, on constate que le mélange gazeux recueilli est formé de deux volumes de fluorure de bore pour un volume de gaz hydrogène phosphoré renfermant de l'hydrogène en excès : c'est qu'en même temps une partie de l'hydrogène phosphoré gazeux s'est transformée en phosphure solide d'hydrogène, qui tapisse les parois du tube dans lequel s'est faite la réaction; cette production de phosphure solide explique la présence de l'hydrogène libre en excès. Cette décomposition permet d'assigner à la combinaison la composition représentée par la formule



$$2BoFl^3 + PhH^3.$$

» Ce corps est décomposable par l'eau, avec mise en liberté d'hydrogène phosphoré gazeux.

» La combinaison directe de l'hydrogène phosphoré avec le fluorure de silicium n'a pu être obtenue sans le secours de la pression, même en faisant passer le mélange des gaz, déjà refroidis par un mélange réfrigérant, dans un tube refroidi par de l'acide carbonique solide mélangé d'éther. Mais si l'on introduit dans le tube Cailletet un mélange de deux volumes d'hydrogène phosphoré avec trois volumes de fluorure de silicium, puis, refroidissant à — 22°, qu'on comprime le mélange vers 50 atmosphères, on voit les parois du tube se tapisser de petits cristaux blancs très brillants, dont le volume augmente quand on maintient la pression pendant un temps assez long. C'est cette proportion des gaz qui semble la plus favorable à la production des cristaux, bien qu'on en puisse encore obtenir quand le volume gazeux est formé soit de volumes égaux des deux gaz, soit de deux volumes de fluorure de silicium pour un volume de gaz hydrogène phosphoré. Mais on obtient plus de cristaux, même à — 40°, si les proportions des gaz sont : deux volumes d'hydrogène phosphoré pour un volume de fluorure de silicium ou un volume d'hydrogène phosphoré pour trois de fluorure de silicium. On peut donc admettre que la composition de ces cristaux répond à deux volumes de gaz hydrogène phosphoré pour trois volumes de fluorure de silicium, ou à une proportion voisine.

» Ces combinaisons et quelques autres qui restent à étudier rendent plus étroites les analogies du gaz hydrogène phosphoré avec l'ammoniaque. »

PHYSIQUE. — *Sur l'état d'équilibre que prend, au point de vue de sa concentration, une dissolution gazeuse primitivement homogène, dont deux parties sont portées à des températures différentes.* Note de M. **P. VAN BERCHEM**, présentée par M. Friedel.

« L'étude d'une dissolution saline placée dans les mêmes conditions a été faite par M. Ludwig ([1]), qui a trouvé, pour une dissolution de sulfate de soude, qu'il y avait concentration du sel dans la partie froide, et par M. Ch. Soret ([2]). Ce dernier trouve pour l'azotate de potassium, les chlorures de lithium, potassium et sodium : 1° qu'il se produit un phénomène de diffusion par suite duquel la concentration tend à augmenter dans la partie froide, aux dépens de la partie chaude; 2° que la différence qui s'établit croît avec la concentration du liquide; 3° que, dans la série des chlorures alcalins, la différence est d'autant plus grande pour une même concentration absolue que le poids moléculaire du sel est plus élevé.

» Les recherches ont porté sur l'acide chlorhydrique et l'ammoniaque, leur très fort coefficient de solubilité permettant d'apprécier de faibles différences de concentration. L'appareil employé était celui de M. Soret. Les dissolutions étaient introduites dans des tubes droits verticaux dont les parties supérieures pénétraient par des moufles dans une chaudière maintenue à 50° environ, et les parties inférieures plongeaient dans un réservoir d'eau froide maintenue à 15°. L'ouverture des tubes se faisait en cassant les deux extrémités effilées et en recevant successivement les deux portions chaude et froide dans des flacons distincts. Ces fractions étaient dosées à l'aide de liqueurs titrées très étendues. Bien que les résultats ne soient pas exactement les mêmes pour les différents tubes, ils indiquent une concentration dans la partie froide : les chiffres indiquent le poids de gaz par 1^{cc} de la solution.

([1]) *Archives des Sciences physiques et naturelles*, t. II, p. 48; 1879, et t. IV, p. 209; 1880.

([2]) *Wiener Ber.*, t. XX, p. 339; 1856.

Acide chlorhydrique. — Tubes droits.

Durée de l'expérience.	Parties froide.	Parties chaude.	Différence.
jours	gr	gr	gr
14	0,1393	0,1365	0,0028
14	0,1402	0,1348	0,0054
14	0,1429	0,1368	0,0061
14	0,2041	0,2023	0,0018
14	0,2072	0,2009	0,0061
42	0,1682	0,1634	0,0048
42	0,1713	0,1705	0,0008
42	0,1731	0,1685	0,0046

» Les résultats n'étaient plus réguliers avec les dissolutions d'ammoniaque. On pouvait le prévoir; car, la densité des dissolutions d'ammoniaque allant en diminuant avec leur concentration, si la concentration devait se produire dans la partie froide, c'est-à-dire en bas, cette partie, devenant plus légère, se serait mise à monter, et le courant ainsi engendré aurait empêché tout état d'équilibre. On employa alors des tubes en U renversé dont chaque branche plongeait dans l'un des deux réservoirs juxtaposés. Deux ampoules étaient soufflées vers le haut des branches et l'on soudait sur le milieu de la courbure de l'Ω un petit tube effilé. Au remplissage, on y laissait une bulle d'air. Pour vider les tubes, on cassait les ampoules et le tube effilé; le liquide de la partie intermédiaire s'écoulait et les deux portions, chaude et froide, contenues dans la partie inférieure des branches, étaient recueillies séparément, en brisant les deux pointes inférieures, dans des flacons contenant de la liqueur titrée et pesés. On évitait ainsi toute perte de gaz. Les chiffres suivants indiquent le poids de gaz pour 1^{gr} de la solution :

Ammoniaque. — Tubes en Ω.

Durée de l'expérience.	Parties froide.	Parties chaude.	Différence.
	gr	gr	gr
13	0,1383	0,1350	0,0033
21	0,1410	0,1415	— 0,0005
21	0,1392	0,1364	0,0028
34	0,1403	0,1400	0,0003
34	0,1413	0,1405	0,0008
34	0,1442	0,1405	0,0037

» La concentration se fait donc aussi dans la partie froide; elle est du même ordre que pour l'acide chlorhydrique et que pour les sels étudiés par M. Ch. Soret.

» Les variations des chiffres ci-dessus proviennent de l'imperfection de la méthode et ne permettent pas de voir l'influence produite par la durée de l'expérience ou par la concentration de la dissolution.

» Il restait à s'assurer que la concentration dans les tubes en Ω ne provenait pas d'une distillation de la branche chaude dans la froide par l'intermédiaire de la bulle d'air contenue dans le petit tube.

» Trois tubes incomplètement remplis, dont les fractions chaudes et froides étaient entièrement séparées par de l'air, ont donné les résultats suivants :

Durée de l'expérience.	Parties froide.	Parties chaude.	Différence.
	gr	gr	gr
1 jour	0,3222	0,1720	0,1502
3 heures.........	0,2369	0,2028	0,0341
5 »	0,1418	0,1169	0,0249

» Cette concentration d'un ordre plus élevé et obtenue dans un temps beaucoup plus court provient évidemment de distillation. Puisqu'elle n'a pas été obtenue dans les tubes entièrement remplis, c'est qu'il existe bien un état d'équilibre spécial pour une dissolution gazeuse dont deux parties sont portées à des températures différentes. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Observation sur le pouvoir rotatoire de la* matézite *et du* matézo-dambose. Note de M. **Aimé Girard**, présentée par M. Berthelot.

« J'ai présenté à l'Académie des Sciences, au mois de novembre 1873, un Mémoire sur une matière sucrée nouvelle que je venais de découvrir dans la sève des lianes à caoutchouc de l'île de Madagascar. A cette matière j'ai donné le nom de *matézite*, pour rappeler le nom de *mateza roritana* sous lequel, d'après les renseignements qu'a bien voulu me donner M. A. Grandidier, les Malgaches désignent le caoutchouc.

» En soumettant la matézite à la réaction générale que j'avais, pour la première fois, appliquée à la dambonite, je l'ai dédoublée, d'un côté en iodure de méthyle, d'un autre en un isomère des glucoses, que, pour le

rapprocher du dambose fourni par la dambonite, j'ai désigné sous le nom de *matézo-dambose*.

» Dans la Note résumant les propriétés de ces corps et insérée aux *Comptes rendus* (t. LXXVII, p. 995), j'ai, à cette époque, troublé par de douloureuses préoccupations de famille, laissé se glisser deux erreurs numériques, résultant soit d'une faute de copie, soit d'une faute d'impression; ces erreurs sont relatives au pouvoir rotatoire de la matézite et à celui du matézo-dambose. Les chiffres qui représentent ces pouvoirs sont, dans la Note que je rappelle, inexactement reproduits.

» Les publications récentes de MM. Maquenne et Ch. Combes ayant rappelé mon attention sur ce travail déjà ancien et que j'ai abandonné depuis dix-sept ans, j'ai recherché dans mes cahiers d'expérience le détail des déterminations que j'avais faites en 1873, et j'ai aussitôt reconnu l'erreur qui avait été commise.

» Pour le bien établir, je reproduis ici les données de ces déterminations, dont le résultat a été calculé à l'aide de la formule de M. Berthelot $\alpha_D = \rho \frac{V}{pl}$:

	Matézite.	Matézo-dambose.	
		I.	II.
Matière employée.	$2^{gr},447$	$0^{gr},583$	$0^{gr},212$
Volume..........	$20^{cc},6$	$20^{cc},6$	$20^{cc},6$
Rotation.........	$15°,5$ ↗	$3°,55$ ↗	$1°,4$ ↗
$\alpha_D =$	$65°,2$ ↗	$62°,8$ ↗	$68°,0$ ↗
		Moyenne..........	$65°,4$.

» Les deux pouvoirs rotatoires observés par moi en 1873, pour la matézite et le matézo-dambose, sont donc égaux, et non différents, comme le faisaient supposer les chiffres (79° et 6°) insérés par erreur aux *Comptes rendus*.

» Possédant encore une petite quantité de ces produits rares, j'ai voulu, ces jours derniers, déterminer à nouveau leurs pouvoirs rotatoires, à l'aide des instruments plus précis que nous possédons aujourd'hui, et j'ai obtenu les résultats suivants :

	Matézite.	Matézo-dambose.
Matière employée...........	$0^{gr},725$	$0^{gr},695$
Volume....................	$20^{cc},0$	$20^{cc},0$
Rotation..................	$4°,7$ ↗	$4°,5$ ↗
$\alpha_D =$	$64°,7$ ↗	$64°,7$ ↗

» L'identité du pouvoir rotatoire de la matézite et du matézo-dambose se trouve ainsi absolument confirmée. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur une inosite nouvelle, la racémo-inosite.* Note de MM. MAQUENNE et CH. TANRET, présentée par M. Berthelot.

« Nous avons établi récemment, chacun de notre côté [1], que, sous l'action de l'acide iodhydrique, la pinite et la québrachite se dédoublent en iodure de méthyle et inosites actives : la pinite donnant une inosite dextrogyre et la québrachite, une inosite lévogyre, dont nous avons fait connaître les principales propriétés. Or, en comparant celles-ci, et notamment leurs pouvoirs rotatoires, il nous est venu à l'idée que nous pourrions bien avoir affaire à des sucres qui auraient entre eux les mêmes relations que les acides tartriques droit et gauche; et c'est ainsi que nous avons été amenés à entreprendre en commun le travail que nous avons l'honneur de présenter à l'Académie.

» Nos recherches, répétées avec les mêmes instruments sur les deux inosites, ont donné les résultats suivants :

» 1° Elles ont un pouvoir rotatoire exactement égal, mais de sens contraire : $[\alpha_D] = + 65°$ pour l'inosite dextrogyre, $[\alpha_D] = - 65°$ pour l'inosite lévogyre, toutes deux prises à l'état anhydre, et $[\alpha_D] = \pm 55°$ pour les sucres hydratés, ce qui correspond sensiblement au chiffre calculé. Ces valeurs ont été obtenues avec des solutions au $\frac{1}{10}$ et au $\frac{1}{20}$, et nous nous sommes assurés qu'elles sont les mêmes, que la dissolution ait été faite à chaud ou à froid. Les inosites actives ne présentent donc pas le phénomène de la birotation, si fréquent chez les sucres.

» 2° Cette égalité de pouvoirs rotatoires en sens inverse se retrouve dans leurs éthers acétiques. C'est ainsi que nous avons trouvé, pour celui de l'inosite dextrogyre : $[\alpha_D] = + 9°,75$, et pour celui de l'inosite lévogyre : $[\alpha_D] = - 10°$.

» Ces deux éthers, également amorphes, se ramollissent à la chaleur de la main.

» 3° Elles se ramollissent sans se décomposer vers 210° et fondent en même temps à 247°.

---

(1) MAQUENNE, *Comptes rendus*, t. CIX, p. 812 et 968; C. TANRET, *Comptes rendus*, t. CIX, p. 908.

» 4° Leurs éthers benzoïques, qui sont l'un et l'autre cristallisés en aiguilles brillantes, ont le même point de fusion : 252°. Ils n'ont pu, à cause de leur peu de solubilité, être examinés au polarimètre.

» 5° Toutes deux cristallisent dans l'eau avec 2 molécules d'eau. Cependant, l'inosite dextrogyre peut aussi cristalliser dans l'eau froide en cristaux anhydres, ce qui n'a pu être obtenu avec l'inosite lévogyre.

» 6° Les deux inosites actives cristallisées avec 2 molécules d'eau ont sensiblement la même solubilité : la dextrogyre se dissolvant à 14° dans 2,13 parties d'eau, et la lévogyre dans 2,3 parties d'eau à 12°. Celle des corps anhydres est identique et notablement plus élevée : nous avons trouvé, en effet, qu'ils sont solubles dans 1,5 partie d'eau à 11°.

» 7° Elles se comportent exactement de la même manière vis-à-vis des réactifs.

» 8° Cristallisées avec 2 molécules d'eau, elles se présentent sous la forme de prismes rhomboïdaux hémiédres.

» Ce parallélisme de propriétés physiques et chimiques était bien de nature à faire espérer un racémique. Nous avons été assez heureux pour l'obtenir.

» Si l'on dissout séparément 1 partie de chaque inosite active dans 4 parties d'eau et qu'on mêle les liqueurs, on ne tarde pas à voir une abondante cristallisation tapisser les parois du vase. C'est la racémo-inosite, autrement dit l'inosite inactive par compensation qui s'est formée. Ses propriétés physiques sont absolument différentes de celles de ses générateurs; ajoutons qu'elles le sont également de celles de l'inosite ordinaire. En effet, la racémo-inosite donne des solutions inactives sur la lumière polarisée; elle fond à 253°, sans se ramollir auparavant, par conséquent une trentaine de degrés plus haut que l'inosite ordinaire, et, contrairement à cette dernière, la racémo-inosite ne se dépose de ses solutions froides qu'en cristaux anhydres; sa solubilité est de dix à quinze fois moindre que celle des inosites actives, car elle ne se dissout que dans 22 parties d'eau à 15° et dans 26 parties à 11°. Elle donne, avec l'anhydride acétique, un éther cristallisé, qui fond à 111°; et avec le chlorure de benzoïle, un éther benzoïque, cristallisé en aiguilles microscopiques et d'aspect cotonneux, qui fond à 217°. Enfin, la solution de la racémo-inosite additionnée de liqueur de Fehling ne verdit pas à chaud, ainsi qu'il arrive avec l'inosite ordinaire. Quant à sa composition, l'analyse a montré, ce qui était à prévoir, qu'elle est identique à celle des autres inosites.

» La racémo-inosite est donc bien une nouvelle espèce chimique, qui est

à l'inosite dextrogyre et à l'inosite lévogyre ce que l'acide paratartrique ou racémique est à l'acide tartrique droit et à l'acide tartrique gauche; les dénominations que nous avons appliquées à ces sucres se trouvent donc justifiées. Dans ce cas, l'inosite ordinaire de la chair musculaire, des haricots verts, des feuilles de noyer, etc., deviendrait l'inosite inactive par nature, correspondant à l'acide tartrique inactif. C'est ce que nous nous proposons de vérifier en appliquant aux inosites les procédés qui ont si bien réussi à M. Jungfleisch, pour passer d'un acide tartrique à un autre, en même temps que nous compléterons l'étude des différentes inosites.

» Les résultats que nous venons d'exposer offrent ainsi le premier fait d'isomérie optique que l'on connaisse dans la série des sucres, isomérie dont M. Pasteur a découvert le premier exemple et qui n'a été signalée jusqu'ici que dans un petit nombre de corps. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur l'utilisation et les transformations de quelques alcaloïdes dans la graine pendant la germination.* Note de M. **Édouard Heckel**, présentée par M. A. Chatin.

« On s'est, depuis longtemps, posé la question de savoir ce que deviennent les alcaloïdes ou les principes actifs azotés des graines, durant la germination, et cependant, malgré les recherches aussi nombreuses que profondes auxquelles les phénomènes chimiques de la germination ont donné lieu (Detmer, *Vergleichende Physiologie des Keimungsprocess der Samen*, Iéna, 1880; A. Jorissen, *Les phénomènes chimiques de la germination*, Bruxelles, 1886), la question n'a pas été abordée. Il était cependant intéressant de connaître si, comme on l'a supposé, ces alcaloïdes sont des déchets organiques inutilisables, ne servant qu'à protéger les graines contre la dent des animaux, ou si, fragments des matières albuminoïdes, comme le dit Jorissen, ils constituent des réserves nutritives azotées destinées à être utilisées directement ou indirectement par le jeune végétal issu de la graine.

» Mes recherches ont porté sur la *strychnine*, la *brucine*, la *daturine*, du groupe pyridique, et sur la *caféine*, du groupe urique.

» En ce qui concerne la *caféine*, les graines mises en cause ont été celles de *Sterculia acuminata* P. de Beaur. Leur richesse en caféine et leur volume considérable les imposaient à mon choix. Ces semences, mises à germer en serre chaude, ont donné des pieds bien développés sur lesquels les co-

tylédons ont pu être enlevés à des époques différentes, pour être analysés. Ces cotylédons, après avoir verdi et triplé de volume, se conservent intacts et attenants à la jeune tige jusqu'à la fin de la troisième année environ qui suit la germination; après ce temps, ils pourrissent. Les graines fraîches de kola contiennent $2^{gr},37$ pour 100 de caféine; après une année de germination, il en reste $1^{gr},072$; après deux ans $0^{gr},70$; après trois ans $0^{gr},21$. En même temps que la caféine disparaît, il se forme dans la graine deux produits nouveaux : 1° de la *chlorophylle;* 2° du *nitrate de potasse*, qui n'existent jamais dans les cotylédons non germés.

» Ce phénomène de nitrification, qui fait disparaître la *caféine* au profit de la jeune plantule, est comparable, étant donné le groupe auquel appartient la caféine, à celui que M. Lundstrœm a relevé dans plusieurs végétaux et notamment dans le caféier, dont les feuilles sont le siège de la formation d'organes désignés par cet auteur sous le nom de *domaties*. Les excréments des Acariens qui habitent ces organes transforment leur urée, sous l'influence des bactéries, en salpêtre qui est absorbé par l'épithélium spécial des domaties.

» En ce qui concerne les alcaloïdes du groupe pyridique, mes recherches ont porté sur les graines de *Strychnos nux-vomica* et de *Datura stramonium*. J'ai constaté que, dans un laps de temps relativement court (deux à cinq mois suivant les dimensions des graines), tous les alcaloïdes contenus dans l'endosperme ont disparu après avoir été transformés en substances plus assimilables, et cela sous l'influence de l'embryon; car, privées au préalable de leur germe, les mêmes graines, enfouies dans la terre humide, conservent longtemps leurs alcaloïdes sans transformation.

» Dans *Physostygma venenosum*, l'*ésérine* est transformée pendant le mouvement germinatif dans les cotylédons eux-mêmes, que la graine ait été semée avec ou sans sa gemmule. Dans les deux cas, on ne retrouve plus les propriétés physiologiques si caractéristiques de l'ésérine, dans l'extrait obtenu des cotylédons. Il existe donc, dans le tissu cotylédonaire endospermique, les éléments de la transformation de cet alcaloïde.

» Du reste, que les graines soient ou non pourvues d'un endosperme, la disparition des alcaloïdes dans les organes où ils se localisent est complète à un moment donné, et ces alcaloïdes transformés ont passé dans la jeune plante; car on ne retrouve plus, par l'analyse, dans la graine ni les alcaloïdes avec leurs réactions connues et caractéristiques, ni les substances azotées auxquelles ils donnent forcément naissance par leur transformation. Il reste à connaître la nature des modifications subies par les alcaloïdes.

» Mais il demeure démontré par ces faits que, contrairement à certaines opinions, les alcaloïdes sont, dans les semences, de véritables réserves alimentaires qui, pour être assimilées, ont besoin d'être transformées dans leur constitution chimique.

» Les expériences de M. O. Réveil (*De l'action des poisons sur les plantes*, Lyon; 1865), qui, en arrosant des végétaux avec les solutions salines de leurs propres alcaloïdes, n'arrivait qu'à les faire mourir, prouvent d'une autre manière que les composés ne peuvent impunément être absorbés directement : il ne faut donc pas voir dans les bases organiques une forme diffusible des combinaisons azotées. »

ZOOLOGIE. — *Sur la parenté des Annélides et des Mollusques.* Note de M. **A. Giard**.

« Le Rapport sur le grand prix des Sciences physiques, publié dans les *Comptes rendus* du 30 décembre 1889, renferme (p. 1055) la phrase suivante : « Ce qui, dans le travail de M. Roule, mérite surtout d'attirer l'attention, c'est la place qu'il assigne aux Annélides dans la série animale. *Il en fait des proches parents des Mollusques*. »

» Qu'il me soit permis de rappeler que, bien avant Hatschek et, par suite, avant Roule, j'ai émis la même opinion comme conclusion de mes recherches sur l'embryogénie comparée de certaines Annélides et de certains Mollusques.

» Le 24 janvier 1876, à la fin de ma dernière Note sur le développement de *Salmacina Dysteri* Huxley, j'écrivais dans les *Comptes rendus* :

» *Résultats généraux*. — La formation des organes des sens indépendamment du système nerveux et avant l'achèvement de ce système, la présence d'organes respiratoires exodermiques, la naissance tardive de l'appareil circulatoire, sont autant de caractères rapprochant l'embryon de *Salmacina* de celui des Mollusques. La divergence entre les Mollusques et les Annélides commence seulement après le stade *Trochosphæra* et, même après ce stade, les concordances morphologiques et les ressemblances histologiques entre les deux types sont encore très nombreuses. *La parenté des Mollusques et des Annélides est certainement plus prochaine que celle de ces dernières avec les Arthropodes;* l'existence de métamères chez les Arthropodes et chez les Annélides a masqué aux yeux des naturalistes les véritables affinités. C'est parmi les Rotifères qu'il faut chercher les origines des trois groupes : les Gastérotriches conduisent aux Annélides par le genre *Hemidasys* [1].... Les affinités des

[1] Je considérerais plutôt aujourd'hui le genre *Dinophilus* comme plus ancestral : mais cela n'a qu'une importance secondaire pour le point qui nous occupe.

embryons de Gastéropodes avec ceux des Rotifères (*Brachionus*) ont déjà été mises en lumière par les belles recherches de Salensky.

» Quelques mois plus tard, je disais encore :

» La concordance parfaite que fournit la superposition des premiers stades embryonnaires et la présence générale du stade *Trochosphæra* chez les Mollusques, les Annélides polychætes, les Rotifères, les Brachiopodes et les Bryozoaires, nous montrent de la façon la plus évidente que ces différents groupes appartiennent à une même masse.

» Que si l'on m'objecte que l'embryogénie des Oligochætes, des Hirudinées, des Céphalopodes, des Nématodes présente des dissemblances considérables avec celle des types précédemment énumérés, je répondrai que ces groupes sont tellement unis aux précédents par une série de formes voisines au point de vue anatomique et organogénique, que nous devons les considérer comme les extrémités de ces séries rameuses dont Lamarck signalait déjà l'existence au sein de ses masses fondamentales. Peut-être même quelques-uns de ces groupes (Nématodes, Oligochætes) ont-ils divergé de la souche commune avant le stade *Trochosphæra*. Il ne faut pas, en effet, nous en laisser imposer par la forme extérieure, et il y a plus de différence entre un *Ascaris* et une *Serpula* qu'entre une *Serpula* et une *Terebratula*.

» Mais il est infiniment plus probable, en raison de la conformité anatomique des Oligochætes et des Polychætes que, dans ce cas au moins, il y a eu simplement falsification de l'embryogénie chez les premières. L'*Euaxes* et le *Lumbricus* devant sortir de l'œuf presque avec la forme de l'adulte, le stade *Trochosphæra* a été supprimé. Chez le *Limnæus*, où l'embryon mène encore une vie demi-libre dans le liquide albumineux qui l'entoure, on trouve une trochosphère réduite en proportion de la liberté des mouvements [1].

» Enfin, en 1878, j'insistais à nouveau sur la nécessité de créer, pour les Mollusques, les Annélides et les groupes satellites, un embranchement comparable à ceux des *Vertebrata* et des *Arthropoda*. Cet embranchement, que je désignais sous le nom de *Gymnotoca*, était caractérisé, surtout au point de vue anatomique, par l'existence d'un système excréteur secondaire (deutonéphres ou organes segmentaires) remplaçant le système excréteur primaire (système protonéphrique), dont l'existence est permanente dans le groupe ancestral des Vers plats.

» Le phylum des *Gymnotoca* était subdivisé de la manière suivante :

GYMNOTOCA
1. Mollusca : *Cephalopoda, Gasteropoda, Acephala, Scaphopoda, Polyplacophora* et *Neomenida*.
2. Annelida : *Chætopoda, Gymnotoma* (*Polygordius*), *Hirudinea, Gephyrea, Chætognatha*, etc.
3. Brachiopoda.
4. Ciliata : *Rotifera, Gasterotricha, Bryozoa*.

(1) A. Giard, *Les faux principes biologiques et leurs conséquences en taxonomie* (*Revue scientifique*, 18 mars 1876, p. 277).

» Au point de vue embryogénique :

» Les *Gymnotoca*, ajoutais-je, sont caractérisés par la larve *Trochosphæra*, comme les Arthropodes par l'embryon *Nauplius*.

» L'établissement de ce phylum nouveau rencontrera peut-être une certaine opposition. Je suis convaincu que cette opposition cessera quand, abandonnant les idées couramment reçues, on ne perdra pas de vue, dans l'étude des animaux adultes, le fil conducteur de l'embryogénie.

» Même en considérant les animaux à l'état adulte, y a-t-il plus de différence entre un Poulpe et un Ver de terre qu'entre un Papillon et une Balane, ou qu'entre un Oiseau-Mouche et l'*Amphioxus* (¹)?

» Au reste, je prie le lecteur de vouloir bien comparer le Tableau phylogénique des *Gymnotoca*, que j'ai donné en 1876 (*Revue scientifique*, t. XVII, p. 278), avec l'arbre généalogique des Trochozoaires dressé par Roule en 1889 (p. 411 du Mémoire couronné). Le changement essentiel consiste dans l'adoption, par Roule, du mot *Trochozoa*, proposé par Hatschek.

» La difficulté d'homologuer le schizocœle des *Gymnotoca* supérieurs avec l'entérocœle des formes plus archaïques (*Sagitta*, Brachiopodes) m'avait préoccupé dès mon travail sur *Salmacina*. Le fait que les cellules mésodermiques originelles, chez les types schizocœliens, naissent de l'endoderme, au bord du prostome, en des points parfaitement homologues de ceux où se forment les diverticules endodermiques chez les entérocœliens, m'avait déterminé, dès cette époque, à considérer ces derniers comme représentant l'état primitif dont la forme dérivée (condensée) est réalisée chez les Mollusques et les Annélides.

» Depuis, mes recherches embryogéniques m'ont permis de généraliser cette interprétation et de formuler la loi empirique suivante :

» *Lorsque, dans le développement d'animaux voisins, un organe prend naissance, tantôt par invagination ou reploiement d'un feuillet cellulaire (processus Wolffien), tantôt par formation d'une masse cellulaire pleine qui plus tard peut se cliver ou se creuser d'une cavité, ce deuxième mode de formation doit être considéré comme une condensation du premier.*

» L'application de cette formule peut être faite chez les *Gymnotoca*, non seulement dans la question des deux formes de mésoderme, mais aussi dans la comparaison de l'*Archigastrula* (*Sagitta*, Brachiopodes) et des modes dérivés de gastrulation, dans la formation du système nerveux ven-

(¹) *Bulletin scientifique du Nord;* 1878, nos 2 et 3, février-mars, page 47 et suiv.

tral par une gouttière (*Salmacina, Protodrilus*) comparée au mode de formation par épaississement, etc.

» A l'égard de ce dernier appareil et de l'exoderme en général, je dois ajouter que jamais, chez les diverses Annélides polychætes ou oligochætes dont j'ai étudié l'embryogénie, je n'ai rien vu de semblable au syncytium décrit par Roule. Avec plus ou moins de facilité, suivant les divers types, les contours des cellules exodermiques peuvent toujours être mis en évidence par des réactifs appropriés. »

ZOOLOGIE. — *Remarques sur la pêche de la Bichique à l'île de la Réunion.* Note de M. LÉON VAILLANT, présentée par M. E. Blanchard.

« A l'occasion de recherches sur la montée de l'Anguille, recherches dont j'ai eu l'honneur d'entretenir l'Académie au mois de juillet 1889, je me suis trouvé conduit à rassembler des documents ayant rapport à des pêches analogues, qui peuvent avoir lieu en diverses contrées.

» Il existe, dans les collections d'Ichtyologie du Muséum d'Histoire naturelle, une certaine quantité de petits poissons, remis par Bosc à cet établissement en 1816, sous l'indication : « Montée d'Anguille de l'île de » France ». Bien que les exemplaires fussent de fort petite taille et dans un très médiocre état de conservation, ayant évidemment été desséchés avant d'être mis dans l'alcool, cependant l'examen de la partie terminale du rachis et de lambeaux du tégument couverts d'écailles bien reconnaissables m'avait montré, dès l'abord, qu'il s'agissait, non d'une Anguille, mais d'un poisson Acanthoptérygien cténoïde monostique, appartenant, suivant toute vraisemblance, à la famille des Gobioïdes. Cette détermination se trouve aujourd'hui confirmée par les renseignements qu'ont eu l'obligeance de m'envoyer M. le Dr Jacob de Cordemoy et M. Lantz, de l'île de la Réunion.

» Dans cette localité, comme à l'île Maurice et sur divers points de la mer des Indes, on pêche habituellement, sous le nom de *Bichiques*, plusieurs espèces de *Gobius* et de *Sicydium* au moment où, à l'état de fretin, ils remontent les cours d'eau. Les pêches les plus importantes se font à la Réunion, dans la rivière du Mât et celle des Marsouins. Le phénomène se produirait tous les mois, avec une intensité variable, quatre jours environ avant la nouvelle lune; l'influence de la marée paraît donc se faire sentir pour la montée de la Bichique comme pour celle de l'Anguille. L'abon-

dance du poisson est si grande dans certains cas que les embouchures en sont littéralement encombrées, et l'eau en contient une quantité si prodigieuse que les pêcheurs, faisant allusion à la forme des vagues, disent que les Bichiques montent en rouleau; il suffit à ce moment de recevoir ces vagues dans des nappes de toile pour que celles-ci soient remplies de petits poissons; la pêche régulière se fait d'ailleurs au moyen de longues nasses en nervures de palmier ou de bambou dites *vouves*, placées soit de manière à recevoir le flot montant, soit à l'extrémité de canaux artificiellement formés; la capture de ces poissons offre un tel attrait aux créoles que l'on abandonne pour s'y livrer les travaux les plus urgents. Une partie des Bichiques est consommée sur place à l'état frais, si l'abondance du produit le permet; une partie est séchée au soleil et transportée sur les différents points de l'île; c'est sous cette dernière forme que Bosc en avait reçu.

» M. Lantz ayant bien voulu m'envoyer dans l'alcool des exemplaires dans un excellent état de conservation, il a été facile de constater que ce jeune fretin, tout en ne montrant à l'extérieur aucune trace de la vésicule ombilicale, sauf une sorte de cicatrice linéaire sous le ventre, renferme cependant encore dans l'abdomen une bonne partie de la provision alimentaire vitelline de l'embryon, comme on l'observe pour la montée de l'Anguille, ce qui donne à l'un et l'autre de ces êtres sa valeur principale comme aliment. Les Bichiques sont au début d'un blanc grisâtre, presque transparentes, forme sous laquelle les habitants de la Réunion les appellent *sans-culottes*; elles deviennent plus foncées au bout de quelque temps.

» A propos du *Sicydium lagocephalum* Pallas, il est déjà fait en passant mention de cette pêche dans le tome XII de l'*Histoire des Poissons*, par Cuvier et Valenciennes, d'après des renseignements donnés par Dussumier, qui en avait été témoin dans la petite rivière de Saint-Denis. Cet observateur insiste également sur le nombre des personnes qui se livrent à cette pêche, sur la facilité avec laquelle se capture le poisson, sur son abondance, telle, qu'on peut souvent, dit-il, en rassembler la charge de plusieurs chevaux. Ainsi, depuis longues années, les remarques de Bosc étant, on l'a vu, de 1816, et celles de Dussumier antérieures dans tous les cas à 1837, la pêche de la Bichique a toujours été pratiquée avec la même activité, sans qu'il paraisse y avoir eu la moindre diminution dans son produit.

» Si cette exploitation intensive, pas plus que pour la Civelle, n'a pas amené ce fâcheux résultat, c'est que pour l'un et l'autre animal les lieux

de reproduction ne sont pas atteints, et l'on peut en conclure que le respect, la protection des frayères, doivent être regardés comme un des plus sûrs moyens d'assurer la prospérité et, par suite, l'abondance du poisson. »

ZOOLOGIE. — *Sur le* Prosopistoma variegatum *de Madagascar.* Note de M. A. Vayssière, présentée par M. A. Milne-Edwards.

« En 1833, Latreille établissait dans la classe des Crustacés le genre *Prosopistoma* pour quelques petits Arthropodes aquatiques envoyés de Madagascar par Goudot; il dénommait *Pr. variegatum* cette espèce, et *Pr. punctifrons* l'espèce européenne découverte et décrite en 1764 par Geoffroy sous le nom de *Binocle à queue en plumet.*

» Les travaux publiés depuis Latreille par divers naturalistes ont presque tous été poursuivis sur des individus de l'espèce indigène, et les quelques naturalistes qui ont parlé du *Pr. variegatum* l'ont toujours fait d'après quelques-uns des spécimens desséchés provenant des collections du Muséum de Paris.

» L'intérêt qui s'attache à ces individus par suite de l'incertitude qui a régné longtemps sur leur position systématique, position qui n'a été parfaitement établie dans la classe des Insectes qu'en 1872 par MM. Em. et N. Joly, me pousse à faire connaître la capture récente de trois individus de l'espèce malgache, capture due à M. Fr. Sikora, naturaliste autrichien habitant l'île de Madagascar depuis deux ans.

» M. Sikora a pris ces trois *Pr. variegatum* dans de petits cours d'eau à courant rapide, situés aux environs du village d'Ambodinangano, à près d'une cinquantaine de kilomètres au sud-est de Tananarive.

» Ces larves aquatiques ont été trouvées dans le mois d'octobre, c'est-à-dire vers le milieu du printemps de cette île; elles étaient toutes les trois fort avancées et sur le point de se métamorphoser, comme le prouve la présence des ailes en voie de développement dans l'intérieur des deux paires de fourreaux.

» Au point de vue de la taille, ces insectes sont beaucoup plus gros que ceux de l'espèce européenne; ainsi, tandis que le maximum de longueur arrive à peine à 5^{mm} chez des individus rétractés de cette dernière espèce, il atteint de 8^{mm} à 9^{mm} chez le *Pr. variegatum*. Grâce à ces dimensions plus considérables, il nous a été possible de constater chez deux de ces nymphes

quelques caractères anatomiques que nous n'avions pu observer chez le *Pr. foliaceum* (*Pr. punctifrons* de Latreille), malgré le grand nombre d'individus frais que nous avons eus sous la main pour faire les recherches dont nous publions en ce moment les résultats dans les *Annales des Sciences naturelles* (7e série, t. IX).

» Ainsi chez le *Pr. foliaceum*, nous n'avions pu constater la présence que de cinq paires de trachéo-branchies ou branchies trachéennes dans la vaste cavité respiratoire située sous la moitié postérieure de la carapace; chez nos *Pr. variegatum*, nous avons pu observer une sixième paire de trachéo-branchies, placée à l'extrémité de la cavité, plus dorsalement et tout à fait dans le voisinage de l'orifice dorsal de la chambre respiratoire. Ces organes, beaucoup plus petits que les précédents (à peine $0^{mm},5$ de longueur), sont chacun constitués par une simple lame chitineuse en forme de raquette, à bords entiers, insérée par son extrémité en pointe, présentant sur toute sa surface quelques poils rigides et dans son épaisseur deux ou trois ramifications trachéennes.

» Nous nous trouvons en présence de lames trachéo-branchiales atrophiées, ne devant pas jouer un rôle bien actif dans l'acte respiratoire; leur existence toutefois offre un certain intérêt, attendu que cela permet de déterminer exactement le nombre de segments abdominaux soudés au thorax, ce qui ne pouvait se faire d'après les traces de soudure des anneaux, certaines d'entre elles n'étant pas visibles.

» La région thoraco-abdominale se compose donc, en dehors des trois anneaux thoraciques, de six segments abdominaux et non de cinq, comme nous le supposions d'après le nombre des trachéo-branchies que nous avions constaté chez le *Pr. foliaceum*; ces six segments, joints aux quatre formant la région caudale, portent à dix les anneaux de l'abdomen chez le *Prosopistoma*, comme chez toutes les larves des autres genres d'Éphémérides.

» Nous aurions bien quelques autres caractères de moindre importance à signaler, mais ils trouveront mieux leur place dans l'étude monographique de ce genre que nous poursuivons; notons seulement que la disposition des nervures des ailes, qu'il nous a été possible de voir par transparence sur nos individus de Madagascar, nous a paru être la même que celle que nous avons décrite en 1881 chez la *subimago* du *Pr. foliaceum*. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur les prétendues éruptions volcaniques qui auraient eu lieu en France au* v[e] *siècle après J.-C.* Note de M. Salomon Reinach.

« Dans un passage de Sidoine Apollinaire (Lettre à saint Mamert), on a voulu trouver la mention d'éruptions volcaniques récentes dans la Gaule centrale. Cette interprétation repose sur plusieurs contre-sens. Voici la traduction exacte du passage en question (Sidoine, *Lettres*, t. VII, 12, éd. Baret, p. 382) :

Modo scænæ mœnium publicorum crebris terræ motibus concutiebantur; nunc ignes sæpe flammati caducas culminum cristas superjecto favillarum monte tumulabant.	Tantôt les murs des édifices publics (ou : les créneaux des murs) [1] étaient ébranlés par de fréquents tremblements de terre; tantôt des incendies fréquemment allumés ensevelissaient sous une montagne de cendres les faîtes branlants des maisons [et non pas : tantôt des feux prenant souvent l'aspect de flammes (!) enveloppaient sous une montagne de cendres les sommets branlants des collines].

» Les traductions que je propose : *ignes* = incendies; *flammati* = allumés; *culmina* = maisons; *cristæ* = faîtes des maisons, sont justifiées par des exemples que je citerai ailleurs. Pour l'explication des derniers mots, on peut hésiter entre deux paraphrases : 1° de fréquents incendies ensevelissaient les maisons sous leurs propres cendres; 2° de fréquents incendies jonchaient les faîtes des maisons d'une couche de cendres emportées par le vent. Pour qui connaît le langage amphigourique de Sidoine, le doute est d'autant plus permis que l'auteur a pu ne pas bien se rendre compte lui-même de ce qu'il voulait dire par ces mots.

» Je considère que ma traduction est confirmée d'une manière définitive par le rapprochement du texte de Sidoine avec celui d'une homélie de saint Avit, où celui-ci raconte, trente ou quarante ans après, les mêmes événements. Saint Avit était évêque de Vienne et, par conséquent, un des successeurs de saint Mamert auquel Sidoine adressait la Lettre mentionnée plus haut. « Je sais, dit-il, que beaucoup d'entre nous se souviennent de » cette époque. Car les fréquents incendies, les tremblements de terre

(1) Le mot *scænæ* paraît corrompu à M. Mommsen, qui propose de lire *pinnæ*.

» continuels, les bruits nocturnes, semblaient présager comme un prodi-
» gieux bûcher à l'univers expirant. » Saint Avit parle d'incendies et de tremblements de terre, là où Sidoine parlait de tremblements de terre et d'incendies : preuve certaine que, dans le texte de Sidoine, il est bien question d'incendies, et non de flammes jaillissant d'un volcan ou jaillissant du sol à la suite d'un tremblement de terre.

» Dans le même passage (*Patrologie Migne*, t. LIX, p. 291), saint Avit décrit un incendie subit qui embrasa le palais public de Vienne, édifice situé à une grande hauteur au-dessus de la ville. Il raconte que cet incendie jeta la terreur parmi les habitants, parce que la situation élevée de l'édifice en feu leur faisait craindre pour leurs propres maisons. Je pense que la terreur des Viennois, à l'aspect des cendres et des étincelles qui venaient s'abattre sur les toits de leurs demeures, peut avoir donné lieu à la phrase hyperbolique de Sidoine. En tous les cas, les éruptions volcaniques du ve siècle sont un roman géologique qui ne peut invoquer l'autorité de Sidoine à son appui (1). »

M. A. **Netter** adresse une Note intitulée « Origine de l'antique pratique des compressions craniennes, improprement dites *déformations artificielles du crâne* ».

M. F. **Xanthidès** adresse, de Smyrne, une Note intitulée « Le monochorde et son application pour la restauration des échelles musicales ».

A 4 heures un quart, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures un quart. J. B.

(1) La Note de M. Reinach paraîtra dans la *Revue archéologique*.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Publications périodiques reçues dans la séance du 6 janvier 1890.

Bulletin de la Société mathématique de France. — Bulletin des Sciences mathématiques, rédigé par MM. Gaston Darboux *et* Jules Tannery. — *Annales de Chimie et de Physique. — Annales des Ponts et Chaussées. — Mémoires et Compte rendu des travaux de la Société des Ingénieurs civils. — Revue maritime et coloniale. — Journal d'Agriculture pratique. — Annales agronomiques*, publiées par M. P.-P. Dehérain. — *Journal de l'Agriculture. — Journal de la Société nationale d'Horticulture de France. — Bulletin international du Bureau central météorologique. — Tableaux mensuels de la Statistique municipale de la Ville de Paris. — Revue scientifique. — La nature. — Revue de la Science nouvelle. — Le Magasin pittoresque. — Société de Géographie. — Revue géographique internationale. — Le Canal de Suez. — Le Moniteur industriel. — Annales industrielles. — Chronique industrielle. — Revue du Cercle militaire. — Le Moniteur de la Photographie. — Bulletin de l'Académie de Médecine. — Gazette des Hôpitaux. — La France médicale. — Le Progrès médical. — L'Abeille médicale. — La Tribune médicale. — La Médecine contemporaine. — Bulletin général de Thérapeutique. — Bulletins et Mémoires de la Société médicale des Hôpitaux de Paris. — Journal d'Hygiène*, publié par le Dr Prosper de Pietra Santa. — *Comptes rendus hebdomadaires des séances de la Société de Biologie. — Annales de la Société d'Hydrologie médicale de Paris. — Journal de Pharmacie et de Chimie. — L'Imprimerie. — Bibliothèque universelle et Revue suisse. — Archives des Sciences physiques et naturelles* (Genève).

Ouvrages reçus dans la séance du 13 janvier 1890.

Congrès international de Mécanique appliquée, tenu à Paris du 16 *au* 21 *septembre* 1889. *Procès-Verbaux sommaires; par* M. A. Tresca. Paris, Imprimerie nationale, 1889; br. in-8°.

Chemin de fer de Mulhouse à Thann inauguré le 1er *septembre* 1839. *Notes et documents présentés à la Société industrielle, le* 25 *septembre* 1889; *par* M. W. Grosseteste. Mulhouse, Vve Bader et Cie; 1 vol. gr. in-8°.

Sur la distinction microchimique des alcaloïdes et des matières protéiques; par L. Erreira. Bruxelles, A. Manceaux, 1889; br. in-8°.

Annuaire de l'Académie royale des Sciences, des Lettres et des Beaux-Arts de Belgique, 1890. Bruxelles, F. Hayez, 1890; 1 vol. in-18.

Leçons cliniques sur les maladies des enfants; par le Dr Auguste Ollivier. Paris, G. Steinheil, 1889; 1 vol. gr. in-8°.

Henri von Dechen — *Ein Lebensbild von H. Laspeyres*. Bonn, Max Cohen und Sohn, 1889; 1 vol. gr. in-8°.

Das Eherne Menschenrecht von Dambor. Berlin, 1890; br. in-12.

Dambor. — *Dasheil auf individuellem, socialem und politischem Gebiet.* Leipzig, Hartung und Sohn, 1890; 1 vol. in-12.

Prace matematyczno-fizyczne. Wydawane w warszawie przez S. Dickssteina, Wl. Gosiewskiego, Edw. i Wl. Natansonow. Tom II. Warszawa, 1890; 1 vol. pet. in-4°.

Publications périodiques.

Bulletin de l'Académie royale de Médecine de Belgique. — *Le Bulletin de la Société des Médecins et des Naturalistes de Jassy.* — *Atti della reale Accademia dei Lincei.* — *Atti dell' Accademia pontifica de' nuovi Lincei.* — *Memorie della Società degli spettroscopisti italiani,* raccolte e pubblicate per cura del Prof. P. Tacchini. — *Rendiconti del Circolo matematico di Palermo.* — *Revista do Observatorio, publiçao mensal do Observatorio do Rio de Janeiro.* — *Proceedings of the Birmingham philosophical Society.* — *American Journal of Photography* (Philadelphia). — *Proceedings of the American Academy of Arts and Sciences* (Boston). — *Official Copy. The quarterly weather Report of the Meteorological Office* (*New series*). — *Journal of the American Chemical Society* (New York). — *The Pharmaceutical Journal and transactions* (London). — *The Astronomical Journal* (Boston). — *Repertorium der Physik,* herausgegeben von Dr E. Exner. — *Wiener Klinische Wochenschrift.*

On souscrit à Paris, chez GAUTHIER-VILLARS ET FILS,
Quai des Grands-Augustins, n° 55.

Depuis **1835** les **COMPTES RENDUS** hebdomadaires paraissent régulièrement le *Dimanche*. Ils forment, à la fin de l'année, deux volumes in-4°. Deux Tables, l'une par ordre alphabétique de matières, l'autre par ordre alphabétique de noms d'Auteurs, terminent chaque volume. L'abonnement est annuel et part du 1er janvier.

Le prix de l'abonnement est fixé ainsi qu'il suit :

Paris : **20** fr. — Départements : **30** fr. — Union postale : **34** fr. — Autres pays : les frais de poste extraordinaires en sus.

On souscrit, dans les Départements,

	chez Messieurs :
Agen	Michel et Médan.
Alger	Gavault St-Lager. Jourdan. Ruff.
Amiens	Hecquet-Decobert.
Angers	Germain et Grassin. Lachèse et Dolbeau
Bayonne	Jérôme.
Besançon	Jacquard.
Bordeaux	Avrard. Chaumas. Vincent. Muller (G.).
Bourges	David.
Brest	Lefournier. F. Robert. J. Robert. Ve Uzel Caroff.
Caen	Baër. Massif.
Chambéry	Perrin.
Cherbourg	Henry.
Clermont-Ferr...	Rousseau. Ribou-Collaye.
Dijon	Lamarche. Ratel. Damidot.
Douai	Lauverjat. Crépin.
Grenoble	Drevet. Gratier.
La Rochelle	Robin.
Le Havre	Bourdignon. Dombre.
Lille	Ropiteau. Lefebvre. Quarré.
Lorient	Gosse. Mme Texier.
Lyon	Beaud. Georg. Mégret. Palud. Vitte et Périssel.
Marseille	Millaud.
Montpellier	Calas. Coulet.
Moulins	Martial Place.
Nancy	Sordoillet. Grosjean-Maupin. Sidot frères.
Nantes	Loiseau. Mme Veloppé.
Nice	Barma. Visconti et Cie.
Nîmes	Thibaud.
Orléans	Luzeray.
Poitiers	Blanchier. Druineaud.
Rennes	Plihon et Hervé.
Rochefort	Boucheron - Rossignol.
Rouen	Langlois. Lestringant.
St-Étienne	Chevalier.
Toulon	Bastide. Rumèbe.
Toulouse	Gimet. Privat.
Tours	Boisselier. Péricat. Suppligeon.
Valenciennes	Giard. Lemaître.

On souscrit, à l'Étranger,

	chez Messieurs :
Amsterdam	Robbers. Feikema Caarchen et Cie.
Athènes	Wilberg.
Barcelone	Verdaguer. Piaget.
Berlin	Asher et Cie. Calvary et Cie. Friedlander et fils. Mayer et Müller.
Berne	Schmid, Francke et Cie.
Bologne	Zanichelli et Cie.
Bruxelles	Ramlot. Mayolez. Falk.
Bucharest	Haimann. Ranisteanu.
Budapest	Kilian.
Cambridge	Deighton, Bell et Co.
Christiania	Cammermeyer.
Constantinople	Lorentz et Keil.
Copenhague	Höst et fils.
Florence	Lœscher et Seeber.
Gand	Hoste.
Gênes	Beuf.
Genève	Cherbuliez. Georg. Stapelmohr.
La Haye	Belinfante frères.
Lausanne	Benda. Payot.
Leipzig	Barth. Brockhaus. Lorentz. Max Rube. Twietmeyer.
Liège	Brandt. Gnusé.
Londres	Dulau. Nutt.
Luxembourg	V. Bück.
Madrid	Fuentès et Capdeville. Librairie Gutenberg. Gonzalès e hijos. Yravedra. F. Fé.
Milan	Dumolard frères. Hœpli.
Moscou	Gautier.
Naples	Furcheim. Marghieri di Gius. Pellerano.
New-York	Christern. Westermann.
Odessa	Rousseau.
Oxford	Parker et Cie.
Palerme	Clausen.
Porto	Magalhaès.
Prague	Rivnac.
Rio-Janeiro	Garnier.
Rome	Bocca frères. Loescher et Cie.
Rotterdam	Kramers et fils.
Stockholm	Samson et Wallin.
St-Petersbourg	Librairie Française. Wolff.
Turin	Bocca frères. Brero. Clausen. Rosenberg et Sellier.
Varsovie	Gebethner et Wolff.
Verone	Drucker.
Vienne	Frick. Gerold et Cie.
Zürich	Meyer et Zeller.

TABLES GÉNÉRALES DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES :

Tomes **1er** à **31**. — (3 Août 1835 à 31 Décembre 1850.) Volume in-4°; 1853. Prix .... **15** fr.
Tomes **32** à **61**. — (1er Janvier 1851 à 31 Décembre 1865.) Volume in-4°; 1870. Prix .... **15** fr.
Tomes **62** à **91**. — (1er Janvier 1866 à 31 Décembre 1880.) Volume in-4°; 1889. Prix .... **15** fr.

SUPPLÉMENT AUX COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES :

Tome I : Mémoire sur quelques points de la Physiologie des Algues, par MM. A. Derbes et A.-J.-J. Solier. — Mémoire sur le Calcul des Perturbations qu'éprouvent les Comètes, par M. Hansen. — Mémoire sur le Pancréas et sur le rôle du suc pancréatique dans les phénomènes digestifs, particulièrement dans la digestion des matières grasses, par M. Claude Bernard. Volume in-4°, avec 32 planches; 1856 .... 15 fr.

Tome II : Mémoire sur les vers intestinaux, par M. P.-J. Van Beneden. — Essai d'une réponse à la question de Prix proposée en 1850 par l'Académie des Sciences pour le concours de 1853, et puis remise pour celui de 1856, savoir : « Étudier les lois de la distribution des corps organisés fossiles dans les différents terrains sédimentaires, suivant l'ordre de leur superposition. — Discuter la question de leur apparition ou de leur disparition successive ou simultanée. — Rechercher la nature des rapports qui existent entre l'état actuel du règne organique et ses états antérieurs », par M. le Professeur Bronn. In-4°, avec 27 planches; 1861 ... **15 fr.**

A la même Librairie les **Mémoires de l'Académie des Sciences**, et les **Mémoires présentés par divers Savants à l'Académie des Sciences.**

N° 2.

TABLE DES ARTICLES. (Séance du 13 janvier 1890.)

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

CORRESPONDANCE.

PARIS. — IMPRIMERIE GAUTHIER-VILLARS ET FILS,
Quai des Grands-Augustins, 55.

1890

PREMIER SEMESTRE.

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

TOME CX.

N° 3 (20 Janvier 1890).

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS ET FILS, IMPRIMEURS-LIBRAIRES
DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,
Quai des Grands-Augustins, 55.

1890

RÈGLEMENT RELATIF AUX COMPTES RENDUS,

ADOPTÉ DANS LES SÉANCES DES 23 JUIN 1862 ET 24 MAI 1875.

Les *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie* se composent des extraits des travaux de ses Membres et de l'analyse des Mémoires ou Notes présentés par des savants étrangers à l'Académie.

Chaque cahier ou numéro des *Comptes rendus* a 48 pages ou 6 feuilles en moyenne.

26 numéros composent un volume.

Il y a deux volumes par année.

ARTICLE 1er. — *Impression des travaux de l'Académie.*

Les extraits des Mémoires présentés par un Membre ou par un Associé étranger de l'Académie comprennent au plus 6 pages par numéro.

Un Membre de l'Académie ne peut donner aux *Comptes rendus* plus de 50 pages par année.

Les communications verbales ne sont mentionnées dans les *Comptes rendus*, qu'autant qu'une rédaction écrite par leur auteur a été remise, séance tenante, aux Secrétaires.

Les Rapports ordinaires sont soumis à la même limite que les Mémoires; mais ils ne sont pas compris dans les 50 pages accordées à chaque Membre.

Les Rapports et Instructions demandés par le Gouvernement sont imprimés en entier.

Les extraits des Mémoires lus ou communiqués par les correspondants de l'Académie comprennent au plus 4 pages par numéro.

Un Correspondant de l'Académie ne peut donner plus de 32 pages par année.

Dans les *Comptes rendus*, on ne reproduit pas les discussions verbales qui s'élèvent dans le sein de l'Académie; cependant, si les Membres qui y ont pris part désirent qu'il en soit fait mention, ils doivent rédiger, séance tenante, des Notes sommaires, dont ils donnent lecture à l'Académie avant de les remettre au Bureau. L'impression de ces Notes ne préjudicie en rien aux droits qu'ont ces Membres de lire, dans les séances suivantes, des Notes ou Mémoires sur l'objet de leur discussion.

Les Programmes des prix proposés par l'Académie sont imprimés dans les *Comptes rendus*, mais les Rapports relatifs aux prix décernés ne le sont qu'autant que l'Académie l'aura décidé.

Les Notices ou Discours prononcés en séance publique ne font pas partie des *Comptes rendus*.

ARTICLE 2. — *Impression des travaux des Savants étrangers à l'Académie.*

Les Mémoires lus ou présentés par des personnes qui ne sont pas Membres ou Correspondants de l'Académie peuvent être l'objet d'une analyse ou d'un résumé qui ne dépasse pas 3 pages.

Les Membres qui présentent ces Mémoires sont tenus de les réduire au nombre de pages requis. Le Membre qui fait la présentation est toujours nommé; mais les Secrétaires ont le droit de réduire cet Extrait autant qu'ils le jugent convenable, comme ils le font pour les articles ordinaires de la correspondance officielle de l'Académie.

ARTICLE 3.

Le *bon à tirer* de chaque Membre doit être remis à l'imprimerie le mercredi au soir, ou, au plus tard, le jeudi à 10 heures du matin; faute d'être remis à temps, le titre seul du Mémoire est inséré dans le *Compte rendu* actuel, et l'extrait est renvoyé au *Compte rendu* suivant, et mis à la fin du cahier.

ARTICLE 4. — *Planches et tirage à part.*

Les *Comptes rendus* n'ont pas de planches.

Le tirage à part des articles est aux frais des auteurs; il n'y a d'exception que pour les Rapports et les Instructions demandés par le Gouvernement.

ARTICLE 5.

Tous les six mois, la Commission administrative fait un Rapport sur la situation des *Comptes rendus* après l'impression de chaque volume.

Les Secrétaires sont chargés de l'exécution du présent Règlement.

Les Savants étrangers à l'Académie qui désirent faire présenter leurs Mémoires par MM. les Secrétaires perpétuels sont priés de les déposer au Secrétariat au plus tard le Samedi qui précède la séance, avant 5h. Autrement la présentation sera remise à la séance suivante.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 20 JANVIER 1890,

PRÉSIDENCE DE M. HERMITE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

CHIMIE. — *Sur les différents états des carbones-graphites et sur les dérivés chimiques qui leur correspondent;* par MM. Berthelot et P. Petit.

« L'étude de l'isomérie dans les corps simples, autrement dite *allotropie*, est l'une des recherches qui font pénétrer le plus avant dans la constitution de la matière et dans celle des éléments chimiques; celle des isoméries du carbone est particulièrement intéressante. En examinant les états multiples du carbone, l'un de nous a cherché à les expliquer, en général et en particulier, par les condensations polymériques du véritable élément désigné sous ce nom, lequel n'a point d'existence permanente à l'état libre de molécule simple, étant caractérisé surtout par l'équivalent ou poids atomique qu'il possède dans ses combinaisons ([1]). Ces condensations multiples sont manifestées, d'une part, par les conditions de formation des divers états du carbone libre, lequel ne se sépare pas des autres éléments

([1]) *Annales de Chimie et de Physique*, 4e série, t. IX, p. 475; 1866, et t. XIX, p. 396; 1870.

par dissociation directe, mais par voie de décompositions progressives, en formant des composés à poids moléculaire de plus en plus élevé. D'autre part, elles sont démontrées en sens inverse par les oxydations et hydrogénations successives de ces carbones condensés, qui régénèrent des dérivés oxydés et hydrogénés de condensation corrélative. Les graphites en particulier, lorsqu'on les oxyde par voie humide, à basse température, forment des composés ternaires, dont l'un des termes a été découvert par Brodie (1); mais M. Berthelot a montré depuis qu'il existe plusieurs états différents ou graphites chimiquement distincts, formant chacun un oxyde graphitique particulier, lequel engendre un oxyde hydrographitique et un oxyde pyrographitique correspondants et peut en être régénéré, avec la spécialité de ses caractères primitifs (2).

» C'est l'étude de ces différents graphites et des séries de composés correspondants que nous nous sommes proposé d'approfondir davantage par l'analyse et les réactions chimiques d'abord, puis par la mesure des chaleurs de combustion et de formation.

» Chacun d'eux, en effet, possède une composition propre et fournit un dérivé pyrogéné différent par sa composition, et chacun d'eux possède une chaleur de combustion et de formation qui le caractérise.

» Nous nous occuperons d'abord du côté chimique de la question.

I. — *Graphite de la fonte.*

» Nous avons préparé l'oxyde correspondant, par les procédés décrits dans le Mémoire cité plus haut. L'analyse de ce corps, séché à 110°, a fourni

C	62,7
H	1,3
O	36,0
	100,0

» L'azote a été trouvé égal à 0,07, c'est-à-dire négligeable. Les cendres (0,75), composées de silice, oxyde de fer, etc., ont été déduites.

» Ces nombres peuvent être représentés par une formule empirique, telle que $C^{14}H^2O^6$, ou son multiple $C^{56}H^8O^{24}$ (3), que nous emploierons, non comme formule rationnelle, mais comme terme de comparaison. Pour en établir le poids moléculaire, nous avons déterminé la dose de baryte

(1) Dans notre Mémoire complet, nous comparerons de plus près les résultats de ce savant avec les nôtres.

(2) *Annales de Chimie et de Physique*, 4e série, t. XIX, p. 405.

(3) Calculé : C = 62,7; H = 1,5; O = 35,8.

fixée dans une liqueur titrée, sans soumettre le produit à aucun lavage susceptible de l'altérer. La limite de saturation est assez lente à atteindre, à cause de la forme insoluble du produit, et elle tend à être fixée trop bas. Elle a été trouvée de 54 centièmes, chiffre voisin de 1 équivalent ($76^{gr},5$) pour $C^{14}H^2O^6$, ou de 4 équivalents pour son multiple.

» Ce composé déflagre subitement, lorsqu'il est porté à une certaine température. Sa décomposition, effectuée dans un tube scellé, par un échauffement aussi régulier que possible, a produit de l'eau, de l'acide carbonique et de l'oxyde de carbone : ces deux derniers dans le rapport de 2 volumes du premier gaz pour 3 du second; leurs poids réunis représentaient sensiblement le tiers du poids de l'oxyde graphitique.

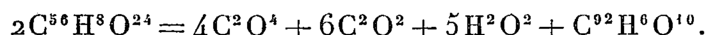
» L'*oxyde pyrographitique* ainsi obtenu, malgré son apparence noire, est loin d'être du carbone pur. Il a fourni à l'analyse (cendres déduites) :

C	86,55
H	0,70
O	12,75
	100,00

Ces nombres répondent à peu près à la formule empirique $C^{92}H^6O^{10}$ (1).

» Le poids moléculaire a été constaté par la dose de baryte fixée, comme plus haut. Elle a été trouvée de 10 centièmes, chiffre voisin d'un équivalent pour la formule ci-dessus.

» La formule suivante représente avec une exactitude suffisante la décomposition qui donne naissance à l'oxyde pyrographitique :



$$2C^{56}H^8O^{24} = 4C^2O^4 + 6C^2O^2 + 5H^2O^2 + C^{92}H^6O^{10}.$$

II. — *Graphite amorphe ou plombagine.*

» Son oxyde, préparé récemment, a fourni :

C	56,2
H	1,5
O	42,1
Az	0,1
	100,0

» Cendres : 2,2.

(1) Calculé : C = 86,5; H = 0,9; O = 12,6.

» L'analyse peut être représentée par la formule $C^{56}H^{10}O^{30} + HO$ (¹) ou bien encore $C^{44}H^{8}O^{24}$. Ce corps, traité comme plus haut, a fixé 54,0 centièmes de baryte (BaO); ce qui répond à peu près à un composé quadribasique avec la première formule.

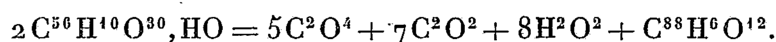
» La décomposition en vase scellé a fourni de l'eau, de l'acide carbonique, de l'oxyde de carbone, dans des rapports voisins de 3 : 2; mais leur poids relatif était un peu plus faible qu'avec le composé précédent.

» L'oxyde pyrographitique contenait (cendres déduites) :

C..	83,85
H..	0,72
O..	15,43
	100,00

Ces nombres peuvent être représentés par la formule $C^{88}H^{6}O^{12}$ (²).

» La décomposition pyrogénée qui forme ce composé répondrait à



$$2C^{56}H^{10}O^{30},HO = 5C^{2}O^{4} + 7C^{2}O^{2} + 8H^{2}O^{2} + C^{88}H^{6}O^{12}.$$

III. — *Graphite électrique.*

» Les différentes espèces de carbone et le diamant lui-même se transforment en un graphite, sous l'influence du feu électrique, et cette transformation a lieu également dans la partie volatilisée et dans la partie simplement échauffée. Elle commence déjà à se produire dans la portion de charbon portée à la température la plus haute, sous l'influence d'une simple combustion vive. Le graphite formé par l'incandescence électrique jouit de propriétés spéciales. Il fournit notamment un oxyde graphitique, qui se distingue des deux autres par sa couleur, son aspect, son mode de déflagration et la nature de son oxyde pyrographitique.

» Grâce à l'obligeance de M. Fontaine, l'électricien bien connu, nous avons pu nous procurer une certaine quantité de carbone, tant volatilisé que porté à l'incandescence dans l'arc électrique. Malheureusement, ce produit est un mélange de carbone ordinaire et de graphite, et, malgré un

---

(¹) C = 56,4; H = 1,8; O = 31,9.
(²) C = 83,8; H = 0,9; O = 15,3.

long travail, nous n'avons pas réussi à préparer par son moyen une dose de l'oxyde graphitique correspondant suffisante pour en faire une étude aussi complète que celle des deux autres. Les résultats obtenus sont cependant caractéristiques.

» L'analyse de l'oxyde du graphite électrique a fourni :

C	51,95
H	1,55
O	46,35
Az	0,15
	100,00

» Cendres : 1,1.

» Ces nombres peuvent être représentés par la formule empirique $C^{56}H^{10}O^{38}$ (1) ou bien encore $C^{32}H^{6}O^{22}$.

» On n'a pas analysé l'oxyde pyrographitique correspondant, faute de matière première.

» Quoi qu'il en soit, la composition des trois oxydes graphitiques caractérise chacun d'eux comme une espèce chimique spéciale, l'oxyde du graphite de la fonte renfermant : 62,7 centièmes de carbone; l'oxyde du graphite amorphe (plombagine) : 56,2 centièmes, et l'oxyde du graphite électrique : 51,95. Ces énormes écarts deviennent plus manifestes encore, si l'on rapporte tous ces corps à un même nombre d'équivalents de carbone, comme nous l'avons fait : ce qui donne, en outre, des formules susceptibles d'être rapportées à des acides quadribasiques, formules que nous ne présentons d'ailleurs que sous toute réserve et pour fournir des termes de comparaison. Si, par surcroît, on suppose, comme on paraît obligé de le faire d'après leur mode de génération, que l'hydrogène fixé dans ces acides se trouvait auparavant à l'état d'eau, on obtient les relations que voici :

Oxyde de la fonte	$C^{56}O^{16} + 4H^{2}O^{2}$		
Oxyde de la plombagine	$C^{56}O^{20} + 5H^{2}O^{2}$	ou	$C^{44}O^{16} + 4H^{2}O^{2}$
Oxyde électrique	$C^{56}O^{28} + 5H^{2}O^{2}$	ou	$C^{32}O^{16} + 3H^{2}O^{2}$

» Si l'on rapporte tous ces corps à une même dose de carbone, on voit que la dose d'oxygène de ces divers oxydes va en croissant d'une façon régulière, en supposant que les carbones polymérisés dont ils dérivent soient isomères entre eux avec des capacités de saturation différentes pour l'oxygène.

(1) $C = 51,7$; $H = 1,5$; $O = 46,8$.

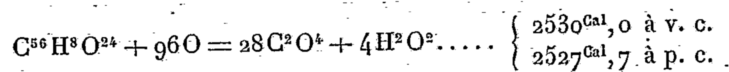
» Mais les comparaisons peuvent être faites d'une manière préférable peut-être, en admettant qu'une même dose d'oxygène, telle que O^{16}, est unie dans ces trois corps à des carbones diversement condensés, à savoir $2C^{28}$ dans le premier; $2C^{22}$ dans le second; $2C^{16}$ dans le troisième oxyde; ces condensations croissant suivant une progression régulière. Chaque graphite représenterait ainsi un radical simple différent, lequel persisterait dans ses combinaisons, comme Brodie l'avait déjà supposé pour l'un d'entre eux. Cette interprétation pourrait être étendue aux autres états du carbone. »

THERMOCHIMIE. — *Chaleur de combustion et de formation des oxydes graphitiques et pyrographitiques;* par MM. **Berthelot** et **P. Petit**.

« Nous avons brûlé les divers oxydes graphitiques et pyrographitiques dans l'oxygène comprimé à 25 atmosphères, au sein de la bombe calorimétrique.

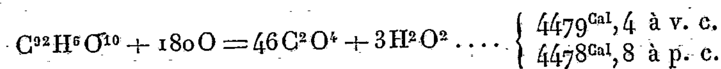
I. — *Graphite de la fonte.*

» *Oxyde du graphite de la fonte.* — Chaleur de combustion pour 1 gramme, à v. c. : $4720^{cal},1$ vers 20°; ce qui fait pour les 536^{gr} de la formule empirique :



$$C^{56}H^{8}O^{24} + 96O = 28C^{2}O^{4} + 4H^{2}O^{2} \ldots \left\{ \begin{array}{l} 2530^{Cal},0 \text{ à v. c.} \\ 2527^{Cal},7 \text{ à p. c.} \end{array} \right.$$

» *Oxyde pyrographitique de la fonte.* — Chaleur de combustion pour 1 gramme, à v. c. : $7021^{cal},4$; ce qui fait pour les 638^{gr} de la formule empirique :



$$C^{92}H^{6}O^{10} + 180O = 46C^{2}O^{4} + 3H^{2}O^{2} \ldots \left\{ \begin{array}{l} 4479^{Cal},4 \text{ à v. c.} \\ 4478^{Cal},8 \text{ à p. c.} \end{array} \right.$$

» On déduit de ces nombres la chaleur de formation depuis les éléments :

» *Oxyde graphitique* $56C + 8H + 24O = C^{56}H^{8}O^{24}$:

Depuis le carbone diamant...........	$+388^{Cal},7$
Depuis le carbone graphite...........	$+412^{Cal},7$

» Soit, pour $C^{2} = 12^{gr}$ diamant : $+13^{Cal},9$.

» *Oxyde pyrographitique* $92C + 6H + 10O = C^{92}H^{6}O^{10}$:

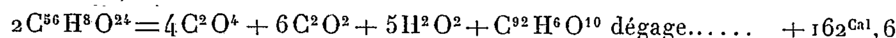
Depuis le carbone diamant............ $+ 66^{Cal},0$
Depuis le carbone graphite........... $+ 89^{Cal},0$

» Soit, pour $C^2 = 12^{gr}$ diamant : $+ 1^{Cal},4$.

» Mais ces chiffres ne donnent pas une idée exacte du phénomène, une portion de l'oxygène du composé ayant été fixée sous forme d'eau, au moment de sa formation, et, par conséquent, répondant à une perte d'énergie que nous ne pouvons évaluer exactement.

» Observons seulement qu'en la déduisant, avec sa valeur totale, on arriverait, pour chaque double équivalent ou atome d'oxygène fixé au delà de ce nombre, à $+ 15^{Cal},3$, chiffre inférieur à la chaleur de formation de l'oxyde de carbone : $C^2 + O^2 = + 25^{Cal},3$; et *a fortiori* à celle de l'acide carbonique, soit pour O^2 : $+ 47^{Cal},1$. Ceci explique comment l'oxyde graphitique peut dégager de la chaleur en produisant de l'acide carbonique et de l'oxyde de carbone, par sa transformation pyrogénée; et même pourquoi l'excès d'énergie ainsi développé s'emmagasine en partie dans l'oxyde pyrographitique de façon à en former un composé endothermique, ayant absorbé environ $- 3^{Cal}$ pour 12 grammes de carbone qu'il renferme.

» Enfin, nous pouvons calculer la chaleur dégagée dans la décomposition explosive qui transforme l'oxyde graphitique en oxyde pyrographitique



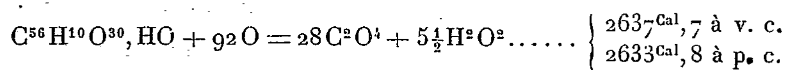
$$2C^{56}H^{8}O^{24} = 4C^{2}O^{4} + 6C^{2}O^{2} + 5H^{2}O^{2} + C^{92}H^{6}O^{10} \text{ dégage...... } + 162^{Cal},6$$

» Soit $156^{cal},5$ par gramme. Pour évaluer la température développée pendant cette décomposition, il faudrait savoir la chaleur spécifique de l'oxyde pyrographitique ; mais on ne doit pas être fort éloigné de la vérité en admettant la valeur 0,25 pour la chaleur spécifique moyenne des produits de la réaction. Cela donnerait environ 600° pour la température de déflagration, chiffre qui s'accorde avec l'incandescence locale et incomplète des produits.

» Les principales conditions de formation et de métamorphose de l'oxyde graphitique de la fonte sont donc expliquées par les données thermochimiques.

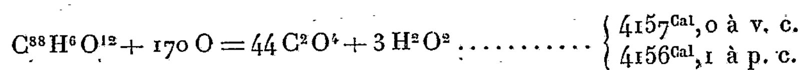
II. — *Graphite amorphe de la plombagine.*

» *Oxyde de la plombagine.* — Chaleur de combustion pour 1 gramme : $4431^{cal},4$ vers 16° ; ce qui fait pour les 595^{gr} de la formule empirique :



$$C^{56}H^{10}O^{30},HO + 92O = 28C^{2}O^{4} + 5\tfrac{1}{2}H^{2}O^{2} \ldots\ldots \begin{cases} 2637^{Cal},7 \text{ à v. c.} \\ 2633^{Cal},8 \text{ à p. c.} \end{cases}$$

» *Oxyde pyrographitique correspondant.* — Chaleur de combustion pour 1 gramme : 6598^{cal},4, ce qui fait pour les 630^{gr} de la formule empirique :



$$C^{88}H^{6}O^{12} + 170\,O = 44\,C^{2}O^{4} + 3\,H^{2}O^{2} \ldots\ldots \begin{cases} 4157^{Cal},0 \text{ à v. c.} \\ 4156^{Cal},1 \text{ à p. c.} \end{cases}$$

» Chaleur de formation depuis les éléments :

» *Oxyde graphitique de la plombagine*



$$56\,C + 10\,H + 30\,O + HO = C^{56}H^{10}O^{30},HO :$$

Depuis le carbone diamant................	$+351^{Cal},6$
Depuis le carbone graphite................	$+365^{Cal},6$

» Soit, pour $C^2 = 12^{gr}$ diamant : $+12^{Cal},5$.

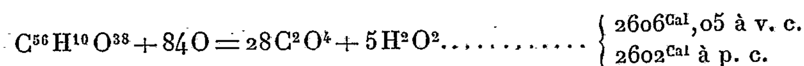
» *Oxyde pyrographitique correspondant* $88\,C + 6\,H + 12\,O = C^{88}H^{6}O^{12}$:

Depuis le carbone diamant................	$+200^{Cal},1$
Depuis le carbone graphite................	$+222^{Cal},1$

» Soit, pour $C^2 = 12^{gr}$ diamant : $+4^{Cal},5$.

III. — *Graphite électrique.*

» *Oxyde du graphite électrique.* — Chaleur de combustion pour 1 gramme : 4009^{cal},3, vers 14° ; ce qui fait pour les 650^{gr} de la formule empirique :



$$C^{56}H^{10}O^{38} + 84\,O = 28\,C^{2}O^{4} + 5\,H^{2}O^{2} \ldots\ldots \begin{cases} 2606^{Cal},05 \text{ à v. c.} \\ 2602^{Cal} \text{ à p. c.} \end{cases}$$

» Chaleur de formation depuis les éléments :

» *Oxyde graphitique électrique* $56\,C + 10\,H + 38\,O = C^{56}H^{10}O^{38}$:

Depuis le carbone diamant..........................	$+383^{Cal}$
Depuis le carbone graphite..........................	$+397^{Cal}$

» Soit, pour $C^2 = 12^{gr}$ diamant : $13^{Cal},7$.

» Si nous comparons les chaleurs de formation des dérivés des divers graphites, nous pourrons observer d'abord que les chaleurs de combustion et de formation des divers oxydes graphitiques sont fort différentes les unes des autres et caractéristiques, soit qu'on les rapporte à l'unité de poids, soit qu'on les représente par des formules. Si nous cherchons à comparer de plus près la chaleur de formation, rapportons tous les composés, pour éviter toute hypothèse, à un même poids de carbone, tel que $C^2 = 12^{gr}$.

» Soient d'abord les deux oxydes pyrographitiques, leurs chaleurs de formation rapportées au même poids de carbone, $C^2 = 12^{gr}$, sont $+4^{Cal},5$ et

$+ 1^{Cal},4$, valeurs bien plus faibles que celles des oxydes générateurs. Ce qui signifie que l'oxyde de carbone et l'acide carbonique, formés au moment de la déflagration, n'ont pas dégagé l'intégralité de leur chaleur; mais qu'ils ont laissé une certaine réserve d'énergie dans le composé condensé et complémentaire : conformément à ce qui se passe dans un grand nombre de réactions pyrogénées.

» Les chaleurs de formation des trois oxydes graphitiques eux-mêmes, rapportées à un même poids de carbone, sont représentées par les nombres respectifs : $13^{Cal},9$; $12^{Cal},5$; $13^{Cal},7$: nombres fort voisins, malgré la différence considérable des doses d'oxygène fixées, lesquelles varient (en déduisant l'hydrogène à l'état d'eau) comme les nombres 4, 5 et 7. Cette similitude dans la chaleur dégagée par des oxydations aussi inégales caractérise plus profondément la spécialité des divers radicaux graphites et celle des oxydes qui en dérivent. »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Remarques sur la formation des azotates dans les végétaux;* par M. **Berthelot.**

« Dans les *Comptes rendus* de la dernière séance de l'Académie, M. Ed. Heckel rapporte des expériences d'après lesquelles la caféine, renfermée dans les graines de Kola, disparaît, en même temps qu'il y apparaît de l'azotate de potasse, et il cite des expériences analogues de M. Lundstrœm, qui a montré que le salpêtre prenait également naissance dans des organes spéciaux (domaties) du caféier et d'autres plantes.

» Ces observations me paraissent de nature à jeter une nouvelle lumière sur la formation du salpêtre dans les Amarantes, constatée par M. André et par moi, il y a quelques années (¹).

» Les faits reconnus par M. Heckel et M. Lundstrœm, joints à nos propres observations, concourent à établir la similitude et la connexité qui existent entre la vie des microbes habitant la terre et celle des microbes qui s'inoculent et se développent dans les plantes, souvent en y exaltant leur activité chimique spécifique : qu'il s'agisse des microbes qui fixent pareillement l'azote dans la terre végétale et dans les Légumineuses, ou bien des microbes qui forment également les azotates dans les Amarantes, le *Sterculia*, ou le Caféier, et dans la terre végétale. »

(¹) *Annales de Chimie et de Physique*, 6e série, t. VIII, p. 116.

GÉOMÉTRIE. — *Note sur un point fondamental de la théorie des polyèdres*; par M. DE JONQUIÈRES.

« I. La relation, devenue célèbre, qui existe entre les nombres H des faces, S des sommets et A des arêtes d'un polyèdre, fait l'objet de la proposition IV du Mémoire présenté, en 1752-1753, par Euler à l'Académie des Sciences de Pétersbourg, sous le titre de *Elementa doctrinæ solidorum* (¹). En voici l'énoncé textuel, qui semble être peu connu :

» § 33. In omni solido hedris planis incluso, aggregatum ex numero angulorum et ex numero hedrarum binario excedit numerum acierum, scilicet

$$S + H = A + 2.$$

» Euler ajoute immédiatement :

» Fateri equidem cogor me hujus theorematis demonstrationem firmam adhuc eruere non potuisse; interim tamen ejus veritas pro omnibus solidorum generibus, ad quæ examinabitur, non difficulter agnoscetur, ita ut sequens inductio vicem demonstrationis gerere queat.

» Euler, bien qu'il ne possédât pas une démonstration ferme du théorème, et qu'il ne soit revenu sur ce sujet dans aucun de ses écrits ultérieurs, ne doutait donc point de son exactitude pour les solides *de tous genres* compris entre des faces planes. Il en donne plusieurs exemples particuliers, aux pages 119 et suivantes du Mémoire précité, et conclut, en ce qui concerne cette proposition IV, par ces mots :

» Cum igitur veritas propositionis in his omnibus casibus sibi constet, dubium est nullum, quin ex in omnibus omnino solidis locum habeat, sicque propositio sufficienter videtur demonstrata (p. 124).

» En résumé, Euler affirmait la vérité de son théorème *pour tous les polyèdres sans exception*, lui donnant ainsi une généralité qui n'a pas été et ne pouvait être dépassée. D'où vient donc qu'on l'a presque toujours inter-

(¹) Ce Mémoire est inséré au tome IV des *Novi Commentarii Academiæ Scientiarum Imperialis Petropolitanæ*, ad annum 1752-1753. Petropoli, typis Academiæ Scientiarum, 1758, p. 109. C'est sans doute la date de l'impression de ce recueil qui a fait dire à Cauchy qu'Euler avait fait connaître le théorème dont il s'agit en 1758 seulement.

prêté dans un sens restreint? C'est là surtout le point de doctrine et d'histoire que je me propose d'éclaircir dans la présente Note.

» II. La première tentative de démonstration qu'on en ait faite paraît être celle de Legendre dans la Note XII de son *Traité de Géométrie*. Elle est malheureusement incomplète, et comme son principe même s'oppose à ce qu'elle reçoive l'extension que rendrait nécessaire son application à l'énoncé complet d'Euler, elle écarte irrémédiablement du bénéfice de cette relation si simple tous ceux des polyèdres non convexes dans l'intérieur desquels on ne peut trouver un point qui soit le centre d'une sphère telle que, les faces du solide y étant projetées par des lignes menées au centre, il n'y ait sur la surface de la sphère aucune duplicature ou recouvrement, ni lacune, de ces projections; c'est-à-dire qu'elle écarte d'emblée le plus grand nombre d'entre eux, et, par conséquent, ne présente (implicitement) la proposition comme certaine que pour les seuls polyèdres convexes (les seuls d'ailleurs dont s'occupent systématiquement les Traités élémentaires, tels qu'était le sien). Passant dans l'enseignement avec la haute autorité du nom qui s'y attachait, elle y fit naître et se développer ce préjugé, à tel point que les meilleurs esprits ne s'y purent soustraire et que Poinsot, qui y avait cédé lui-même, crut nécessaire, bien des années après, en 1858, d'insérer l'avertissement suivant dans un de ses Mémoires: « Cette relation, qu'Euler a démontrée le premier, n'a pas lieu seulement » pour les polyèdres convexes, *comme on paraît le croire*, mais pour les » polyèdres d'une espèce quelconque ([1]). » Cauchy, qui en avait, le premier, publié en 1811 une démonstration complète et sans restriction (puisque Euler, candide et modeste comme toujours, avouait n'en avoir eu qu'une très forte induction), disait, de son côté: « ... je suis parvenu à un « théorème plus général que celui d'Euler ([2]) »; mais en somme, comme il est aisé de s'en assurer, sans rien ajouter à la généralité de l'énoncé d'Euler, qui était et ne sembla pas cesser d'être méconnue autour de lui, par la cause expliquée plus haut.

» Après cette démonstration de Cauchy, il était absolument hors de

---

([1]) *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, t. XLVI (1858), *Note sur les polyèdres*, § 9, à la fin. Dans cette Note, Poinsot démontre, à son tour, la vérité de l'énoncé complet d'Euler, en empruntant au Mémoire de Cauchy (1811) l'élément principal de son argumentation.

([2]) *Recherches sur les polyèdres*, par M. Cauchy, ingénieur des Ponts et Chaussées (*Journal de l'École Polytechnique*, t. IX (1811), 3e partie, p. 76 et 77).

doute que l'élégante relation $S + H = A + 2$ convient aux polyèdres de tous les genres, ainsi qu'Euler l'avait affirmé en 1752, et toute indécision aurait dû disparaître dès 1811. Toutefois, pour la rigueur absolue des termes, il y a lieu d'y signaler deux exceptions générales, en admettant qu'on puisse conserver le nom de *polyèdres* aux solides singuliers qui y donnent lieu. Il faut, pour le montrer, reprendre la question d'un peu plus haut.

» III. Lemme I. — *Un polyèdre quelconque étant donné, on peut arriver à le détruire complètement par l'ablation de tétraèdres détachés un à un et successivement de l'extérieur du solide.*

» La démonstration est facile, et je ne m'y attarde pas. On peut d'ailleurs consulter à ce propos le Mémoire précité de Cauchy, pages 82 et 83.

» Lemme II. — *Un polyèdre quelconque étant donné, lorsqu'on en détache un tétraèdre* (de la façon indiquée au lemme I), *la différence* $(S + H) - A$, *qui existait dans le solide initial, se conserve la même dans le polyèdre restant.*

» Deux cas peuvent seuls se présenter : 1° le solide restant a deux faces et un sommet de moins que le polyèdre primitif; 2° il a en moins une face et un sommet.

» Dans le premier cas (où aucune des faces du tétraèdre qu'on enlève n'est le prolongement de l'une des faces adjacentes du solide restant), le polyèdre *perd* trois arêtes. Dans le second cas (où l'une des faces du tétraèdre supprimé fait le prolongement d'une face adjacente restante), le polyèdre perd deux arêtes.

» Dans l'un et l'autre cas, la différence $(S + H) - A$ ne change donc pas.

» *Remarque.* — On arriverait à la même conclusion, si l'on procédait à la dislocation du polyèdre, en lui enlevant successivement des tétraèdres ayant pour sommet commun (sauf à changer ce sommet quand il serait nécessaire) un point pris dans l'intérieur du solide. Mais l'autre mode de désagrégation, plus uniforme, convient mieux encore pour la démonstration qui va suivre.

» *Théorème. — Dans un polyèdre quelconque, convexe ou non convexe, on a la relation* $(S + H) - A = 2$ (Euler).

» En effet, on peut (lemme I) détruire le polyèdre et le réduire à un unique et dernier tétraèdre, sans que la différence $(S + H) - A$ soit jamais altérée par ces dislocations successives (lemme II). Or cette différence est

égale à 2 dans ce dernier tétraèdre, puisqu'il a quatre faces, quatre sommets et six arêtes. Donc elle est aussi égale à 2 dans le polyèdre donné.

C.Q.F.D.

» IV. Cette démonstration, d'ailleurs fort simple, n'ajouterait rien à ce qu'on sait déjà par les auteurs précités, si elle n'était particulièrement propre à mettre en lumière les deux et seuls cas d'exception qui viennent d'être annoncés. Elle montre effectivement que la vérité de la proposition d'Euler tient à ce que, chaque fois qu'un tétraèdre est (pour la démonstration) détaché du pourtour du solide donné, celui-ci, en compensation des trois faces (ou, selon le cas, des deux faces) dont cette ablation le prive, acquiert, comme face nouvelle, celle par le contact de laquelle le tétraèdre était juxtaposé, ou, pour mieux dire, soudé au solide primitif; d'où résulte (comme on l'a vu) cette conséquence qu'il y a sans cesse égalité entre la somme des nombres des faces et des sommets et le nombre des arêtes que le solide perd en définitive chaque fois. Or cette égalité, qui maintient jusqu'au bout, c'est-à-dire jusqu'à ce qu'il ne reste plus qu'un seul tétraèdre, l'invariabilité de la différence $(S + H) - A$, cesserait d'exister, comme il est aisé de le voir, si le tétraèdre qu'on enlève, au lieu d'être soudé au solide par une face, n'était en contact avec lui que par une arête, ou, moins intimement encore, par un sommet comme le sont, par exemple, deux pyramides symétriques ayant leur sommet commun et regardées comme ne formant ensemble qu'un seul polyèdre.

» Il faut donc, en énonçant le théorème dans toute sa généralité, ainsi que l'a fait Euler, et après lui Cauchy, ajouter cette restriction que le polyèdre, agrégat d'autant de tétraèdres ou de polyèdres qu'on voudra, et disposés aussi à volonté, ne se compose que de polyèdres, ou tétraédres, soudés l'un à l'autre *par une de leurs faces* (partielle ou totale), et non pas seulement par une de leurs arêtes ou un de leurs sommets.

» Quant à l'application de la formule, il faut avoir soin de compter comme une arête distincte, lors même que plusieurs, contiguës ou non, seraient dans le prolongement l'une de l'autre, chaque droite joignant un sommet à l'un (au moins) des sommets voisins, de façon à ne laisser interrompue nulle part la chaîne qui unit les sommets entre eux, et, du même coup, de compter comme face distincte toute portion de plan limitée par des arêtes distinctes, lors même que plusieurs faces ainsi définies se trouveraient dans un même plan. Pour en donner un exemple simple, n'exigeant pas le tracé d'une figure, supposons que le polyèdre se compose d'une pyramide S*abcde*, soudée par sa base pentagonale *abcde* sur la face

supérieure ABCD d'un cube, dont les arêtes AB, BC, CD, DA enferment ce pentagone sans le toucher. On devra joindre les sommets du pentagone aux sommets A, B, C, D du cube par des arêtes telles que Aa, Ae, Bb, Cc, Dd et, par suite, regarder comme étant des *faces* le triangle Aae et les quadrilatères AaBb, BbCc, etc., comme si ces faces étaient réellement distinctes et inclinées et réunissaient les faces latérales du cube à la base d'une pyramide placée un peu au-dessus de la face supérieure de ce cube. Il importe peu d'ailleurs qu'en traçant ces arêtes on en attribue au polyèdre plus qu'il ne serait strictement nécessaire; car l'exactitude de la formule d'Euler ne serait nullement troublée par cette adjonction superflue.

» On agirait de même, si la pyramide (dans l'exemple précédent), au lieu d'être posée sur le cube et de s'y montrer en saillie, y formait au contraire une excavation, le sommet S étant pris dans l'intérieur de celui-ci.

» V. La relation d'Euler, ainsi établie sur des démonstrations rigoureuses, dans les termes mêmes dont s'était servi ce grand homme, s'applique donc (on ne saurait, encore aujourd'hui, trop le redire) à tous les polyèdres, convexes ou non convexes, de toutes les espèces, en particulier aux polyèdres réguliers *supérieurs*, dont Poinsot publia, en 1809, l'importante et curieuse découverte. A cette époque où l'interprétation dominante n'était pas favorable à l'énoncé d'Euler, dans lequel on n'avait vu qu'une induction non justifiée dans toutes ses parties (puisque Cauchy n'en devait donner la confirmation que deux ans plus tard), il était naturel qu'on cherchât, à défaut de celle d'Euler, « quelle était la formule qui pouvait répondre à ces nouveaux solides » (*Journal de l'École Polytechnique*, t. IV, p. 46). C'est ce que fit Poinsot, en se maintenant dans le cercle d'idées tracé par la démonstration de Legendre, et il donna l'équation générale

$$eS + H = A + 2E,$$

qui s'applique aux quatre polyèdres réguliers supérieurs, et a, du reste, été complétée depuis par l'addition d'un coefficient; il ajoutait (p. 48) : « Si » l'on veut considérer les solides ordinaires, il faut faire $e = E = 1$; ce qui » donne l'équation d'Euler »; ainsi réduite, ou plutôt déchue, à n'être plus qu'un cas particulier.

» L'illustre géomètre avait un autre motif pour envisager ainsi la question. Pour lui, les *faces* d'un polyèdre étaient alors « les plans qui, en plus » petit nombre, achèvent complètement le polyèdre. Un même polyèdre » peut paraître également construit sous tels et tels polygones, par exemple » sous soixante triangles distincts inclinés l'un sur l'autre, tandis que, vu

» d'une autre manière, il est également formé par la suite de douze pen-
» tagones, et n'est au fond qu'un simple dodécaèdre (*Ibid.*, p. 35). » Cette manière de *voir* les polyèdres réguliers dont il s'agit a, en effet, dans cette question spéciale, des avantages propres, à cause des relations de dérivation qui existent entre ces polyèdres supérieurs et les polyèdres simples de mêmes noms ([1]), et, à ce titre, mérite d'être conservée; mais elle n'empêche pas que la relation simple d'Euler s'y applique, sans modification, aussi bien qu'à tout autre solide limité par des faces planes, et par conséquent elle n'est pas indispensable, comme on l'avait cru. Pour s'en tenir à l'exemple précité du dodécaèdre *étoilé*, si l'on se contente d'y voir, d'après les définitions et notions généralement admises, sans épithète, un *hexacontaèdre*, avec ses soixante faces, ses trente-deux sommets et ses quatre-vingt-dix arêtes, on a immédiatement, d'accord avec la formule d'Euler, $60 + 32 = 90 + 2$; et ainsi des trois autres polyèdres réguliers supérieurs. Tel fut sans doute aussi, plus tard, le sentiment de Poinsot, notamment en 1858, lorsqu'il donna, à son tour, la démonstration générale, et sans restriction, de l'énoncé d'Euler dans la Note précitée, les faces d'un polyèdre étant devenues pour lui de simples triangles, c'est-à-dire les plans qui, en plus grand nombre, enserrent le polyèdre. »

M. le **Secrétaire perpétuel** annonce à l'Académie la perte douloureuse qu'elle vient de faire dans la personne de M. *G.-A. Hirn*, Correspondant de la Section de Physique, décédé à Colmar, le 14 janvier 1890, dans sa soixante-quinzième année.

Notice sur les travaux de M. Hirn; *par* M. **Mascart.**

« Hirn (Gustave-Adolphe), né au Logelbach, le 21 août 1815, est mort le 14 janvier de cette année, succombant en quelques jours aux suites de la maladie régnante, qui prit chez lui, dès le début, un caractère alarmant. Il avait été nommé Correspondant de l'Académie des Sciences, le 20 mars 1867, dans la Section de Physique.

» A peine âgé de vingt-six ans, et après avoir fait par lui-même toute

([1]) Sur ce point, voir le Mémoire précité de Cauchy et la Note de M. Bertrand, insérée au t. XLVI des *Comptes rendus de l'Académie des Sciences* pour 1858, p. 79.

son éducation scientifique, Hirn eut à diriger, avec son frère aîné Ferdinand, la maison Haussmann, Jordan et Cie, dont les vastes établissements du Logelbach, pour la fabrication des indiennes, avaient été créés en 1772, à l'époque où cette industrie s'est introduite en Alsace. Si la maison était riche de souvenirs et de traditions honorables, les jeunes ingénieurs y trouvèrent une situation commerciale qui ne répondait pas à leurs prévisions, un outillage suranné, des machines à vapeur défectueuses, des moteurs hydrauliques en mauvais état.

» La nécessité de tirer, à peu de frais, le meilleur parti des machines existantes, de venir en aide aux moteurs devenus insuffisants dans différents ateliers éloignés les uns des autres et d'y faire les réparations les plus urgentes, toutes ces difficultés inattendues furent l'occasion de plusieurs recherches importantes sur la Mécanique industrielle, pour lesquelles les deux frères unissaient leurs efforts, et où il est souvent impossible de reconnaître la part de chacun.

» C'est ainsi que Ferdinand imagina les câbles télodynamiques, dont Gustave fit la théorie en insistant sur la nécessité des grandes vitesses; ils employèrent d'abord un ruban d'acier ayant 1^{mm} d'épaisseur et 6^{cm} de largeur, qui fonctionna pendant dix-huit mois, à la distance de 80^{m}, avec une vitesse de 12^{m} par seconde, puis un câble métallique avec âme en chanvre, et enfin un câble en fil d'acier comme on le fait aujourd'hui. C'est encore pour améliorer le rendement de ses machines à vapeur que notre Correspondant fit une série de travaux remarquables sur la vapeur surchauffée, l'emploi des enveloppes de vapeur, les échanges de chaleur à travers les parois métalliques, les dynamomètres de transmission, etc., travaux dont la pratique industrielle a depuis si largement profité.

» Hirn ne tarda pas à acquérir une autorité incontestée. Les études qu'il entreprit en 1855, à la demande de la Société industrielle de Mulhouse, sur la manière d'essayer les huiles qui servent au graissage des machines, eurent pour résultat pratique d'introduire l'usage des huiles minérales, que l'on croyait impropres au graissage, et pour résultat scientifique de faire de leur auteur un adepte fervent de la théorie mécanique de la chaleur.

» Les nombreux travaux qu'il a publiés dans cette voie nouvelle constituent une œuvre scientifique considérable, que l'on ne peut analyser brièvement. Hirn donna la première démonstration expérimentale de la condensation de la vapeur pendant la détente, conformément aux prévisions théoriques de Clausius et de Rankine. Il détermina l'équivalent mécanique de la chaleur par les méthodes les plus variées : le frottement des

métaux sur des surfaces lubrifiées, le frottement de l'eau entre deux surfaces animées de vitesses différentes, le dégagement de la chaleur dans l'écoulement de l'eau sous de fortes pressions, dans la désagrégation des corps, enfin la dépense de chaleur qui correspond au travail pratique d'une machine à vapeur.

» Les résultats numériques de ces expériences si diverses, toutes réalisées dans des conditions industrielles, ont présenté une telle concordance, si l'on tient compte des difficultés inhérentes à chacune d'elles, que l'exactitude de la théorie ne devait plus laisser aucun doute dans les esprits les plus rebelles à tout changement dans les idées.

» Hirn laisse aussi une série de Mémoires ou d'Ouvrages sur la théorie elle-même, avec ses applications à la Physiologie et à l'étude mécanique des gaz, sur la constitution du Soleil et du système du monde, et même sur les questions les plus délicates de Métaphysique.

» Il est permis, sans doute, de ne pas partager toutes ses opinions, quand il s'agit surtout de matières où le contrôle de l'expérience fait défaut; mais personne ne peut se refuser à reconnaître qu'il était un grand penseur.

» Dans ces dernières années, Hirn s'était retiré à Colmar, où il vivait dans un cercle d'intimes très restreint, entouré de sympathies et de respect. Il continuait à s'occuper de Science : sans négliger ses recherches théoriques et abstraites, il avait installé, dans la région des Vosges, des postes d'observations météorologiques à des hauteurs différentes, dont les résultats intéressants ont fait l'objet de plusieurs Communications à l'Académie. Il restait en communion d'idées avec notre pays, malgré tant de relations brisées; sa perte nous touche ainsi de plus près. »

M. le **Secrétaire perpétuel** annonce à l'Académie la perte douloureuse qu'elle vient de faire dans la personne de M. *Dausse*, Correspondant de la Section de Mécanique, décédé à Grenoble, le 16 janvier 1890, dans sa quatre-vingt-dixième année.

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Correspondant pour la Section de Mécanique, en remplacement de M. *Clausius*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 45,

M. Beltrami obtient.	41 suffrages	
M. Gilbert »	4	»

M. **Beltrami**, ayant obtenu la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un de ses Membres, pour faire partie de la Commission du prix Fould.

M. **de Quatrefages** obtient la majorité des suffrages.

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, la 25e année, 1889, du « Journal du Ciel », de M. *J. Vinot*.

M. **Janssen** adresse à M. le Secrétaire perpétuel la lettre suivante :

« Biskra (Algérie), 9 janvier 1890.

» M. de la Baume Pluvinel, qui était allé dans la mer des Antilles pour observer l'éclipse du 22 décembre dernier, emportant des instruments et un programme de l'Observatoire de Meudon et muni d'une Mission du Ministère de l'Instruction publique, m'a télégraphié pour me faire savoir qu'il avait observé l'éclipse; que, si les photographies de la Couronne et de son spectre paraissaient laisser à désirer, les observations destinées à donner une mesure photométrique par la photographie de l'intensité lumineuse de la Couronne avaient réussi.

» Je suis persuadé que ce résultat intéressera l'Académie, et je vous prie de vouloir bien lui en faire part. »

M. **Hertz** exprime à l'Académie sa reconnaissance pour l'honneur qu'elle lui a fait en lui décernant le prix La Caze.

MM. J. Clauzel, R. Degouy, E. Duval, Norman Lockyer, Ch. Sabourin adressent des remerciements à l'Académie pour les distinctions accordées à leurs travaux dans la dernière séance publique.

M. l'Inspecteur général de la Navigation adresse les états des crues et diminutions de la Seine, observées chaque jour au Pont-Royal et au pont de la Tournelle pendant l'année 1889 :

« Les plus hautes eaux ont été observées : 1° à l'échelle de la Tournelle, le 25 février, à la cote $5^m,58$; 2° à l'échelle du Pont-Royal, le 25 février, à la cote $6^m,44$.

» Les plus basses eaux ont été observées : 1° à l'échelle de la Tournelle, le 1er septembre, à la cote $0^m,20$; 2° à l'échelle du Pont-Royal, le 1er septembre, à la cote $1^m,92$. »

ASTRONOMIE. — *Éphéméride pour la recherche de la comète périodique de d'Arrest à son retour de* 1890 ; par M. Gustave Leveau. Communiquée par M. Mouchez.

« Par l'emploi des observations faites pendant les apparitions de 1870 et 1877 et en tenant compte de l'influence perturbatrice des planètes Jupiter, Saturne et Mars, j'ai obtenu pour 1883 les éléments suivants (*Comptes rendus*, t. XCVI, p. 229) :

Éléments osculateurs de la comète périodique de d'Arrest résultant des observations de 1870 *et* 1877.

Époque : 1883, juin 12,0 ; temps moyen de Paris.

Anomalie moyenne.................	$\varepsilon-\varpi = 328°.13'.20'',34$	
Longitude du périhélie............	$\varpi = 319.11.10,81$	Équinoxe et écliptique moyens de 1880,0.
Longitude du nœud ascendant......	$\theta = 146.7.20,98$	
Inclinaison..........................	$\varphi = 15.41.47,11$	
Angle (sinus = excentricité).......	$\eta = 38.46.33,42$	
Moyen mouvement hélioc. diurne...	$n = 530'',65245$	

» De ces éléments, une éphéméride a été déduite pour une partie de l'année 1883 ; l'extrême faiblesse de visibilité de la comète a empêché de la retrouver.

» Absorbé par un autre travail, je n'ai pas trouvé, pour le moment, le temps de poursuivre avec la précision employée jusqu'ici l'étude de cette

comète. Cependant, après avoir constaté que, dans l'intervalle de 1883 à 1890, la comète restait toujours assez éloignée de Jupiter, j'ai déterminé approximativement pour cette période les perturbations produites sur la comète par cette grosse planète et obtenu les éléments approchés suivants :

Époque : 1890, février 25,0; temps moyen de Paris.

$$\varepsilon - \varpi = 329^\circ.\ 52'.\ 43''$$
$$\left.\begin{array}{l}\varpi = 319.\ 14.\ 34\\ \theta = 146.\ 16.\ 32\\ \varphi = 15.\ 42.\ 41\end{array}\right\}\ 1890,0$$
$$\eta = 38.\ 50.\ 18$$
$$n = 530'',272$$

» A ces éléments correspond l'éphéméride suivante :

Éphéméride de la comète périodique de d'Arrest. Midi moyen de Paris.

Dates 1890.	Ascension droite.	Variation pour 1 jour.	Distance au pôle Nord.	Variation pour 1 jour.	$\frac{1}{r^2\Delta^2}$.	Æ☄ − Æ⊙.
	h m	m	° '	'		h m
Avril 14........	16.44,9	0,32	86.59	12,0	0,12	15.14
18........	16.46,2	0,20	86.11	12,5		
22........	16.47,0	0,10	85.21	12,8	0,15	14.47
26........	16.47,4	0,03	84.30	12,8		
30........	16.47,3	0,13	83.39	12,8	0,18	14.16
Mai 4........	16.46,8	0,23	82.48	12,5		
8........	16.45,9	0,35	81.58	12,0	0,23	13.45
12........	16.44,5	0,48	81.10	11,5		
16........	16.42,6	0,60	80.24	10,8	0,28	13.10
20........	16.40,2	0,70	79.41	9,5		
24........	16.37,4	0,75	79. 3	8,3	0,34	12.32
28........	16.34,4	0,82	78.30	6,8		
Juin 1........	16.31,1	0,85	78. 3	5,0	0,41	11.54
5........	16.27,7	0,88	77.43	3,0		
9........	16.24,2	0,88	77.31	1,0	0,48	11.14
13........	16.20,7	0,85	77.27	1,5		
17........	16.17,3	0,78	77.33	4,0	0,56	10.34
21........	16.14,2	0,70	77.49	6,3		
25........	16.11,4	0,60	78.14	8,5	0,63	9.54
29........	16. 9,0	0,45	78.48	11,0		
Juillet 3........	16. 7,2	0,30	79.32	13,5	0,71	9.17
7........	16. 6,0	0,13	80.26	15,3		
11........	16. 5,5	0,05	81.27	17,3	0,78	8.43
15........	16. 5,7	0,23	82.36	19,3		

Dates 1890.		Ascension droite.	Variation pour 1 jour.	Distance au pôle Nord.	Variation pour 1 jour.	$\frac{1}{r^2\Delta^2}$.	Æ☄ − Æ⊙.
		h m	m	° '	'		h m
Juillet	19........	16. 6,6	0,45	83.53	21,0	0,85	8.12
	23........	16. 8,4	0,63	85.17	22,5		
	27........	16.10,9	0,85	86.47	24,0	0,91	7.44
	31........	16.14,3	1,05	88.23	25,3		
Août	4........	16.18,5	1,28	90. 4	26,3	0,96	7.21
	8........	16.23,6	1,48	91.49	27,0		
	12........	16.29,5	1,70	93.37	27,8	1,00	7. 2
	16........	16.36,3	1,88	95.28	28,3		
	20........	16.43,8	2,13	97.21	28,5	1,02	6.46
	24........	16.52,3	2,33	99.15	28,3		
	28........	17. 1,6	2,53	101. 8	28,0	1,03	6.34
Sept.	1........	17.11,7	2,73	103. 0	27,8		
	5........	17.22,6	2,95	104.51	27,3	1,02	6.28
	9........	17.34,4	3,13	106.40	26,0		
	13........	17.46,9	3,33	108.24	24,3	0,98	6.21
	17........	18. 0,2	3,50	110. 1	22,5		
	21........	18.14,2	3,63	111.31	20,8	0,93	6.20
	25........	18.28,7	3,75	112.54	18,8		
	29........	18.43,7	3,88	114. 9	16,3	0,85	6.21
Oct.	3........	18.59,2	4,00	115.14	13,8		
	7........	19.15,2	4,08	116. 9	11,0	0,76	6.23
	11........	19.31,5	4,08	116.53	8,3		
	15........	19.47,8	4,08	117.26	5,5	0,66	6.26
	19........	20. 4,1	4,08	117.48	3,0		
	23........	20.20,4	4,05	118. 0	0,5	0,57	6.28
	27........	20.36,6	3,98	118. 2	1,8		
	31........	20.52,5	3,90	117.55	4,0	0,48	6.30
Nov.	4........	21. 8,1	3,80	117.39	6,3		
	8........	21.23,3	3,68	117.14	8,0	0,40	6.29
	12........	21.38,0	3,58	116.42	9,5		
	16........	21.52,3	3,45	116. 4	11,0	0,33	6.25
	20........	22. 6,1	3,35	115.20	12,3		
	24........	22.19,5	3,23	114.31	13,0	0,27	6.20
	28........	22.32,4	3,13	113.39	14,0		
Déc.	2........	22.44,9	3,03	112.43	14,8	0,22	6.10
	6........	22.57,0	2,93	111.44	15,5		
	10........	23. 8,7	2,80	110.42	15,8	0,18	5.59
	14........	23.19,9	2,73	109.39	16,0		
	18........	23.30,8	2,65	108.35	16,0	0,15	5.46
	22........	23.41,4	2,58	107.31	16,3		
	26........	23.51,7		106.26		0,12	5.31

» L'inspection des valeurs de $\frac{1}{r^2\Delta^2}$ nous fait espérer que le retour de 1890 pourra être constaté. Ces valeurs de $\frac{1}{r^2\Delta^2}$ pour les apparitions précédentes variaient, lors des observations :

En 1851	de 1,50	à 0,60
En 1857	0,23	0,16
En 1870	0,89	0,15
En 1877	0,20	0,15

» Aussitôt que la comète aura été retrouvée une éphéméride plus exacte sera fournie aux astronomes pour leur permettre d'en continuer les observations. »

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète Swift, faites à l'observatoire de Nice avec l'équatorial de* $0^m,38$; par M. **D. Eginitis**. Communiquées par M. Mouchez.

Dates 1889.	✱ — ★. ΔR.	Réfr.	✱ — ★. ΔP.	Réfr.	Nombre de comp.	Étoiles.
	m s		′ ″	″		
Nov. 19	—1.44,66	0	—6.51,5	—0,3	6:6	1
20	+1.23,48	0	+8.26,6	+0,2	6:6	2
22	—1.33,76	0	+4.55,2	+0,2	6:6	3
26	+2.35,15	0	—3. 8,5	—0,3	6:6	4

Étoiles de comparaison.

Étoiles.	Gr.	Asc. droite moy. 1889,0.	Réduction au jour.	Dist. polaire moy. 1889,0.	Réduction au jour.	Autorités.
		h m s	s	° ′ ″	″	
1...	9	22.48. 7,96	+1,85	77.43.57,4	—18,6	Schjellerup, n° 9383
2...	9	22.47. 7,67	+1,83	77.11.53,5	—18,7	½(Lam₄ 3222+Schj. 9379)
3...	6	22.54.37,93	+1,85	76.40.13,7	—18,9	Glasgow Catal. n° 6031
4...	7	23. 0. 1,35	+1,83	75.38.22,9	—19,0	Glasgow Catal. n° 6067

Positions de la comète.

Dates 1889.	Temps moyen de Nice.	Asc. droite apparente.	Log. fact. parall.	Dist. polaire apparente.	Log. fact. parall.
	h m s	h m s		° ′ ″	
Nov. 19....	9. 4.50	22.46.25,15	$(\bar{1},381)$	77.36.47,0	$(0,683)_n$
20....	8.14.52	22.48.32,98	$(\bar{1},219)$	77.20. 1,7	$(0,667)_n$
22....	8.40.55	22.53. 6,02	$(\bar{1},322)$	76.44.50,2	$(0,669)_n$
26....	8.13.11	23. 2.38,33	$(\bar{1},257)$	75.34.55,1	$(0,650)_n$

ASTRONOMIE. — *Sur la statistique solaire de l'année* 1889. Note de M. **Rud. Wolf**, présentée par M. Faye.

« Des observations solaires faites à l'observatoire fédéral de Zurich et des observations magnétiques faites à l'observatoire de Milan, je viens de déduire, pour l'année dernière, en employant la méthode établie par moi il y a une longue série d'années, les valeurs suivantes pour les moyennes mensuelles des nombres relatifs r, pour les variations en déclinaison v et pour les accroissements Δr et Δv, que ces quantités ont reçues depuis les époques correspondantes de l'année 1888 :

	Zurich.		Milan.	
1889.	r.	Δr.	v.	Δv.
Janvier	1,0	—12,0	1,75	—1,28
Février	7,9	0,9	3,99	0,97
Mars	6,3	0,0	6,17	—0,94
Avril	4,9	1,0	8,85	0,58
Mai	2,4	— 8,4	8,19	—0,29
Juin	7,0	0,5	8,86	—0,41
Juillet	8,0	6,1	8,25	—0,32
Août	20,6	18,7	8,99	—0,18
Septembre	6,3	— 1,5	6,84	—0.47
Octobre	0,0	— 2,0	6,10	—0,22
Novembre	0,0	—12,9	2,55	0,37
Décembre	5,7	— 4,2	1,96	0,20
Moyenne	5,8	— 0,9	6,04	—0,17

» Il résulte de ce Tableau que le nombre relatif et la variation magnétique ont tous les deux continué à diminuer; mais je pense que ce mouvement rétrograde cessera prochainement, et que nous aurons passé le minimum vers la fin de l'année écoulée, tout en avouant qu'il n'est pas encore possible de l'assurer positivement et de fixer, dès à présent, le moment précis de cette époque : ce sera l'affaire du Rapport sur l'année suivante.

» En introduisant, dans la formule

$$v = 5',62 + 0',045 . r,$$

que j'ai établie autrefois pour Milan, la moyenne $r = 5,8$, on obtient $v = 5',88$, valeur qui ne diffère de la variation observée $r = 6',04$

que de $0',16$, ainsi que la justesse de cette formule s'est confirmée de nouveau d'une manière éclatante. »

MÉCANIQUE CÉLESTE. — *Sur la théorie de la figure des planètes.* Note de M. M. HAMY, présentée par M. Tisserand.

« Si une masse hétérogène, en équilibre relatif, est composée : 1° d'une partie centrale solide dont la constitution physique et la forme sont inconnues; 2° de deux couches fluides superposées au noyau et limitées par des ellipsoïdes, ces ellipsoïdes sont homofocaux.

» Ce théorème remarquable a fait l'objet d'une Note de M. Poincaré, insérée dans les *Comptes rendus* (juin 1888).

» Il est naturel de se demander s'il est possible de réaliser un pareil système. Voici, à cet égard, quelques conditions auxquelles la constitution du noyau doit être soumise, dans le cas où les ellipsoïdes sont de révolution, aplatis et tournent autour de leur axe de figure.

» Soient

E_1 l'ellipsoïde qui renferme le noyau et la première couche fluide qui l'entoure;

C_1 et A_1 les moments principaux d'inertie de E_1 par rapport à la ligne des pôles et à un diamètre équatorial;

$\mathfrak{M}_1$ la masse de E_1;

$2c$ la distance des foyers de l'ellipse méridienne.

» 1° Le centre de gravité de E_1 doit coïncider avec son centre de figure, et l'ellipsoïde d'inertie relatif à ce point doit être de révolution autour de l'axe de rotation.

» 2° On doit avoir

$$C_1 - A_1 > \frac{c^2}{3}\mathfrak{M}_1.$$

» Ces conditions ne sont, d'ailleurs, pas suffisantes.

» L'inégalité, à laquelle la différence $C_1 - A_1$ est soumise, permet d'affirmer que le système planétaire ne présente pas d'exemple de réalisation des figures imaginées par M. Poincaré. Elle conduit, en effet, à une limite inférieure de l'aplatissement superficiel beaucoup trop considérable,

$$\varepsilon > \tfrac{5}{4}\varphi$$

(φ, rapport de la force centrifuge à la pesanteur sous l'équateur).

» La démonstration de ces résultats fait partie d'un Mémoire intitulé : *Remarques sur la théorie générale de la figure des planètes*, qui paraîtra prochainement dans le *Journal de Mathématiques pures et appliquées*.

» Le même travail renferme une démonstration nouvelle du théorème de M. Poincaré et un certain nombre de propositions relatives à la théorie de la figure des planètes, notamment en ce qui concerne les constantes $\frac{C-A}{\mathfrak{M}}$ et $\frac{C-A}{C}$.

» On a trouvé incidemment que les fonctions de Lamé jouissent des propriétés suivantes [*voir* les notations de Liouville dans ses *Lettres à Blanchet* (*Journal de Mathématiques*, t. XI)] :

» Soit h^2 l'une quelconque des racines de l'équation

$$3\lambda^2 - 2(b^2 + c^2)\lambda + b^2c^2 = 0.$$

$R = \rho^2 - h^2$ est une fonction de Lamé du second degré. On a l'identité

$$2(\rho^2 - h^2)\int_\rho^\infty \frac{dt}{(t^2-h^2)^2\sqrt{t^2-b^2}\sqrt{t^2-c^2}}$$
$$= \frac{\rho^2}{h^2}\int_\rho^\infty \frac{dt}{t^2\sqrt{t^2-b^2}\sqrt{t^2-c^2}} + \frac{\rho^2-b^2}{h^2-b^2}\int_\rho^\infty \frac{dt}{(t^2-b^2)\sqrt{t^2-b^2}\sqrt{t^2-c^2}}$$
$$+ \frac{\rho^2-c^2}{h^2-c^2}\int_\rho^\infty \frac{dt}{(t^2-c^2)\sqrt{t^2-b^2}\sqrt{t^2-c^2}}.$$

» Le premier membre est une des fonctions S de Liouville. Cette fonction s'exprime algébriquement au moyen d'intégrales qui dépendent simplement des paramètres b^2 et c^2. Il y a lieu de se demander si toutes les fonctions S peuvent s'exprimer d'une façon analogue.

» Le produit RMN de trois fonctions conjuguées est un polynôme en xyz de degré égal au degré de R. Tous ces polynômes sont tels que

$$\iiint \mathrm{RMN}\, dx\, dy\, dz = 0,$$

l'intégrale triple étant étendue à tout l'ellipsoïde (ρ). Il faut excepter les polynômes qui correspondent à $R = 1$ et à $R = \rho^2 - h^2$.

» J'ignore si ces propriétés ont déjà été signalées. »

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *Détermination des congruences, telles que les lignes asymptotiques se correspondent sur les deux nappes de la surface focale.* Note de M. C. GUICHARD, présentée par M. Darboux.

« Supposons que les coordonnées rectangulaires x, y, z d'un point M d'une surface F soient exprimées en fonction de deux variables u et v, de telle sorte que les courbes de paramètre u et v soient les lignes asymptotiques de F. Il est facile de démontrer que l'on peut toujours écrire [1]

$$(1)\quad \begin{cases} \dfrac{\partial x}{\partial u} = \eta\dfrac{\partial \zeta}{\partial u} - \zeta\dfrac{\partial \eta}{\partial u}, & \dfrac{\partial y}{\partial u} = \zeta\dfrac{\partial \xi}{\partial u} - \xi\dfrac{\partial \zeta}{\partial u}, & \dfrac{\partial z}{\partial u} = \xi\dfrac{\partial \eta}{\partial u} - \eta\dfrac{\partial \xi}{\partial u}, \\ \dfrac{\partial x}{\partial v} = -\eta\dfrac{\partial \zeta}{\partial v} + \zeta\dfrac{\partial \eta}{\partial v}, & \dfrac{\partial y}{\partial v} = -\zeta\dfrac{\partial \xi}{\partial v} + \xi\dfrac{\partial \zeta}{\partial v}, & \dfrac{\partial z}{\partial v} = -\xi\dfrac{\partial \eta}{\partial v} + \eta\dfrac{\partial \xi}{\partial v}, \end{cases}$$

ξ, η, ζ étant trois solutions, linéairement distinctes, d'une équation de la forme

$$(2)\qquad \frac{\partial^2 \theta}{\partial u\,\partial v} = M\theta.$$

» Soit ρ une autre solution de l'équation (2); servons-nous de cette solution pour faire la transformation de M. Moutard. Soient ξ_1, η_1, ζ_1 les transformées de ξ, η, ζ. On sait que l'on a

$$(3)\qquad \begin{cases} \dfrac{\partial}{\partial u}(\rho\xi_1) = \rho\dfrac{\partial \xi}{\partial u} - \xi\dfrac{\partial \rho}{\partial u}, \\ \dfrac{\partial}{\partial v}(\rho\xi_1) = -\rho\dfrac{\partial \xi}{\partial v} + \xi\dfrac{\partial \rho}{\partial v}, \end{cases}$$

ce qui peut encore s'écrire

$$(4)\qquad \begin{cases} (\xi + \xi_1)\dfrac{\partial \rho}{\partial u} = \rho\dfrac{\partial(\xi - \xi_1)}{\partial u}, \\ \rho\dfrac{\partial}{\partial v}(\xi + \xi_1) = \dfrac{\partial \rho}{\partial v}(\xi - \xi_1), \end{cases}$$

avec les formules analogues pour η et ζ.

» Déterminons un point M_1, ayant pour coordonnées x_1, y_1, z_1, par les

---

[1] LELIEUVRE, *Bulletin des Sciences mathématiques*, t. XII, p. 126 : Sur les lignes asymptotiques et leur représentation sphérique.

formules

$$(5)\qquad \begin{cases} x_1 = x + \eta_1\zeta - \zeta_1\eta, \\ y_1 = y + \zeta_1\xi - \xi_1\zeta, \\ z_1 = z + \xi_1\eta - \eta_1\xi. \end{cases}$$

» En différentiant les formules (5) par rapport à u et v, on a

$$(6)\qquad \begin{cases} \dfrac{\partial x_1}{\partial u} = \eta_1\dfrac{\partial\zeta_1}{\partial u} - \zeta_1\dfrac{\partial\eta_1}{\partial u} + \left[(\eta+\eta_1)\dfrac{\partial(\zeta-\zeta_1)}{\partial u} - (\zeta+\zeta_1)\dfrac{\partial(\eta-\eta_1)}{\partial u}\right], \\ \dfrac{\partial x_1}{\partial v} = -\eta_1\dfrac{\partial\zeta_1}{\partial v} + \zeta_1\dfrac{\partial\eta_1}{\partial v} + \left[(\zeta-\zeta_1)\dfrac{\partial(\eta+\eta_1)}{\partial v} - (\eta-\eta_1)\dfrac{\partial(\zeta+\zeta_1)}{\partial v}\right]. \end{cases}$$

» Les expressions entre crochets sont nulles à cause des relations (4). Les formules (6) montrent alors : 1° que la surface F_1, décrite par le point M_1, est normale en ce point à la droite qui a pour composantes ξ_1, η_1, ζ_1; 2° que les courbes de paramètre u et v sont les lignes asymptotiques de F_1.

» Enfin, les formules (5) montrent que la droite MM_1 est tangente aux deux surfaces F et F_1. Cette droite engendre une congruence, telle que les lignes asymptotiques se correspondent sur les deux surfaces focales. La réciproque est exacte et se démontre *facilement*. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur l'intégration d'une équation aux dérivées partielles*. Note de M. **Zaremba**, présentée par M. Darboux.

« Je me propose de faire voir, dans cette Note, que la détermination de l'intégration générale d'une équation aux dérivées partielles de la forme

$$(1)\qquad \frac{\partial^2 z}{\partial x\,\partial y} + \varphi_1(x+y)\left(\frac{\partial z}{\partial x} + \frac{\partial z}{\partial y}\right) + \varphi_2(x+y)z = 0,$$

φ_1 et φ_2 étant deux fonctions quelconques de $x+y$, peut être ramenée à l'intégration d'une équation différentielle ordinaire linéaire du second ordre et à des quadratures. J'appliquerai ensuite les résultats obtenus à un problème élégant indiqué par M. Darboux, au cours de l'une de ses Leçons professées à la Sorbonne.

» Regardons x et y comme les coordonnées rectangulaires d'un point, et soit (C) une courbe en chaque point de laquelle la valeur de z et celle de l'une de ses dérivées premières sont données; désignons, en outre, par $u(x, y, x_0, y_0)$ une fonction convenablement déterminée de x, y, x_0 et y_0,

mais indépendante du choix de la courbe (C) et des valeurs de z et de ses dérivées sur cette courbe; nous aurons alors, pour la valeur de z en un point quelconque, x_0, y_0, l'expression suivante, due à Riemann (*Werke*, p. 161), et que j'écris sous la forme qui lui a été donnée par M. Darboux (*Cours de Géométrie*, t. II, p. 78) :

$$(2)\quad \left\{ \begin{aligned} z(x_0, y_0) = \frac{(uz)_B + (uz)_C}{2} - \int_C^B \Big\{ & \left[\varphi_1 uz + \frac{1}{2}\left(u\frac{\partial z}{\partial x} - z\frac{\partial u}{\partial x}\right)\right] dx \\ & - \left[\varphi_1 uz + \frac{1}{2}\left(u\frac{\partial z}{\partial y} - z\frac{\partial u}{\partial y}\right)\right] dy \Big\}, \end{aligned} \right.$$

où l'intégration doit être effectuée suivant la portion de la courbe (C), interceptée par les droites $x = x_0$ et $y = y_0$. Introduisons dans cette formule de nouvelles variables, définies par les équations

$$2x = \xi + \eta, \quad 2y = \xi - \eta; \qquad 2x_0 = \xi_0 + \eta_0, \quad 2y_0 = \xi_0 - \eta_0;$$

réduisons la courbe (C) à la droite $\xi = \text{const.}$, et substituons-y l'intégrale particulière de l'équation (1)

$$z = [\psi_1(\xi_0)\psi_2(\xi) - \psi_2(\xi_0)\psi_1(\xi)] \cos\mu(\eta_0 - \eta),$$

les lettres ξ, η et μ désignant ici des constantes, et ψ_1, ψ_2 un système de solutions fondamentales de l'équation différentielle

$$\psi'' + 2\varphi_1(\xi)\psi' + [\varphi_2(\xi) + \mu^2]\psi = 0.$$

Il viendra

$$\begin{aligned} & [\psi_1(\xi_0)\psi_2(\xi) - \psi_2(\xi_0)\psi_1(\xi)] \cos\mu(\eta_0 - \eta) \\ & \quad = \frac{1}{2}\int_{\eta_B}^{\eta_C} u[\psi_1'(\xi)\psi_2(\xi) - \psi_2'(\xi)\psi_1(\xi)] \cos\mu(\eta_0 - \eta)\, d\eta_0; \end{aligned}$$

d'où, en vertu du théorème de Fourier et en supposant η compris entre η_B et η_C,

$$(3)\qquad u = \pm \frac{2}{\pi}\int_0^\infty \frac{\psi_1(\xi_0)\psi_2(\xi) - \psi_2(\xi_0)\psi_1(\xi)}{\psi_1'(\xi)\psi_2(\xi) - \psi_2'(\xi)\psi_1(\xi)} \cos\mu(\eta_0 - \eta)\, d\mu.$$

» Cette expression a déjà été citée par Riemann (*Werke*, p. 162), à l'occasion d'une équation qui se déduit de l'équation (4) en y posant $\varphi_2 = 0$; mais l'illustre géomètre n'en communique point la démonstration, en négligeant même de faire observer que la région de validité de la formule (3)

est déterminée par la condition $(x - x_0)(y - y_0) > 0$, l'intégrale devant être prise avec le signe commun de $x - x_0$ et de $y - y_0$.

» Malgré cette restriction, on peut substituer dans la formule (2) la valeur (3) de u et arriver de la sorte à une expression de l'intégrale générale de l'équation (1), pourvu que la courbe (C) intercepte sur les axes des segments de même signe. On sait, en effet, d'ailleurs que la courbe (C) ne doit avoir qu'un seul point d'intersection avec toute droite parallèle à l'un des axes; par conséquent, la courbe (C) étant disposée par rapport aux axes, comme il vient d'être dit, il suffira de connaître les valeurs de u dans la région de validité de l'expression (3).

» Je passe maintenant au problème indiqué par M. Darboux, en me proposant de réduire l'élément linéaire tracé sur une surface développable à la forme

$$ds^2 = \alpha\, du^2 + \frac{1}{\alpha}\, dv^2,$$

α étant une fonction de u et de v. Cette forme de l'élément linéaire permet de réaliser une représentation de la développable, telle qu'*aux rectangles du plan dont les côtés sont parallèles à deux droites fixes correspondent sur la surface des rectangles de même aire*. Le problème proposé se ramène aisément à l'intégration de l'équation différentielle

$$(4)\quad \frac{\partial^2 z}{\partial x^2}\left[\left(\frac{\partial z}{\partial x}\right)^2 - \left(\frac{\partial z}{\partial y}\right)^2\right] + 4\,\frac{\partial z}{\partial x}\,\frac{\partial z}{\partial y}\,\frac{\partial^2 z}{\partial x\,\partial y} + \frac{\partial^2 z}{\partial y^2}\left[\left(\frac{\partial z}{\partial y}\right)^2 - \left(\frac{\partial z}{\partial x}\right)^2\right] = 0.$$

» Cette équation, rendue linéaire par la transformation de Legendre, peut ensuite être ramenée à la forme très simple qui rentre dans le type (1):

$$(5)\qquad 2\,\frac{\partial^2 V}{\partial r\,\partial s} - \frac{\partial V}{\partial r} - \frac{\partial V}{\partial s} = 0.$$

» On trouve, en appliquant la formule (3), que la fonction u est ici une fonction transcendante entière, pouvant être représentée par la série

$$u = e^{\frac{1}{2}(r_0 + s_0 - r - s)} \sum_{n=0}^{\infty} \frac{(s - s_0)^n (r - r_0)^n}{(n')^2\, 4^n}.$$

» Par conséquent, l'intégrale générale de l'équation (5) peut être exprimée au moyen de la formule (2), et l'équation (4) doit être considérée comme intégrée. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur la variation de la résistance du bismuth dans le champ magnétique. Influence de la température.* Note de M. **A. Leduc**, présentée par M. Lippmann.

« J'ai étudié de 1884 à 1886 l'augmentation de la résistance électrique du bismuth dans le champ magnétique, et montré que l'augmentation Z de l'unité de résistance dans un champ d'intensité M est liée à celle-ci par l'équation

$$(1) \qquad Z^2 + \beta Z - \alpha M^2 = 0.$$

Les paramètres α et β de cette hyperbole dépendent de l'échantillon soumis à l'expérience.

» Les mesures ont été faites à la température ambiante, c'est-à-dire à une température variant bien peu pendant la durée d'une expérience, mais pouvant varier beaucoup du matin au soir, et surtout d'un jour à l'autre, suivant la saison. Je supposais à tort, comme nous allons le voir, que le phénomène était indépendant de la température. Hâtons-nous d'ajouter que tous nos résultats généraux n'en restent pas moins acquis. Quelques nombres seulement devront subir une petite correction; pour d'autres, il y aura lieu de préciser la température à laquelle ils ont été obtenus.

» Bref, quelques divergences entre certaines observations faites en février 1886, puis en juillet 1887 sur le même échantillon, me firent penser que ce phénomène variait, ainsi que le phénomène de Hall, avec la température. C'est, en effet, ce que M. Van Aubel a fait connaître en 1888. Je n'ai pu reprendre que récemment cette étude. J'en indiquerai les premiers résultats.

» Le bismuth (dépôt électrolytique) fixé sur ébonite au moyen de gomme laque et de cire a été placé dans une cuve étroite contenant successivement de la glace fondante, puis de l'eau à 16° (température ambiante), à 30° et à 45°.

» Le champ magnétique n'a guère dépassé 9000 C.G.S.

» A chacune de ces températures, la courbe de variation de Z en fonction de M est bien représentée par l'équation (1); mais α et β varient avec la température.

» Le rapport $\frac{Z_t}{Z_0}$ des valeurs de Z à t^0 et à 0^0 pour un même champ ma-

gnétique m'a paru indépendant de la valeur de celui-ci. C'est bien ce qui doit arriver si l'équation (1) représente le phénomène rigoureusement, comme je l'ai admis jusqu'ici, et non d'une manière approchée.

» S'il en est ainsi, l'axe réel de l'hyperbole $\left(b = \frac{\beta}{2}\right)$ varie seul avec la température, et l'axe imaginaire $\left(a = \frac{\beta}{2\sqrt{\alpha}}\right)$ ne dépend que des qualités particulières de l'échantillon examiné : c'est ce que j'essayerai de vérifier par de plus nombreuses expériences, faites sur des échantillons divers et autant que possible à des températures plus variées.

» Quoi qu'il en soit, pour M = 7000 C.G.S, la variation de Z est bien représentée entre 0° et 45° par la formule suivante :

$$Z_t = Z_0(1 - 0,0109t + 0,000035t^2). \tag{2}$$

» Cette formule montre que, au voisinage de 15°, Z diminue de 1 pour 100 par degré centigrade [1]. »

PHYSIQUE. — *Calcul de la compressibilité de l'azote jusqu'à* 3000^{atm} Note de M. **Ch. Antoine.**

« En désignant par p, v, t les pressions, les volumes et les températures d'un gaz ou d'une vapeur surchauffée, par v_s, t, le volume et la température de la vapeur à saturation sous la pression p, on a

$$pv = pv_s + D(t - t_s),$$

D étant un coefficient qui varie avec la pression, mais qui cependant reste sensiblement constant, lorsque la pression n'est pas très considérable. La recherche du produit pv est ramenée à celle du produit pv_s.

» Dans une Note, en date du 9 avril 1886, j'avais cherché à coordonner les valeurs de pv_s par une courbe, telle que

$$pv_s = M\sqrt[3]{B + t_s}.$$

» J'ai reconnu [2], depuis cette époque, que l'on a des résultats plus

---

[1] Ce travail a été exécuté au laboratoire de Recherches physiques de la Sorbonne.
[2] Note du 13 septembre 1889.

satisfaisants en posant

$$pv_s = D\left(A - Bp^{\frac{1}{2}} + t_s\right),$$

d'où

$$pv = D\left(A - Bp^{\frac{1}{2}} + t\right).$$

» En adoptant les atmosphères comme unités de tension, et les litres comme unités de volume, on aurait, comme première approximation, lorsque la pression n'est pas très considérable, pour l'azote :

$$(1) \qquad pv = 2{,}922\left(274{,}1 - 1{,}5p^{\frac{1}{2}} + t\right).$$

» Lorsque la pression augmente d'une manière notable, l'expérience indique que la valeur de D se modifie. Parmi les fonctions qui peuvent représenter ces variations de D, je prendrai, comme première approximation,

$$(2) \qquad D = 2{,}758 + 0{,}002265(P - 50)^{1,1},$$

courbe parabolique dont le sommet correspond à $p = 50$, et dont les deux branches se relèvent au-dessus et au-dessous de la pression de 50^{atm}.

» Les produits pv sont alors, pour l'azote,

$$(3) \qquad pv = [2{,}758 + 0{,}002265(p - 50)^{1,1}]\left(274{,}1 - 1{,}5p^{\frac{1}{2}} + t\right),$$

pour 1^{kg} d'azote et pour $t = 0$, la relation (3) donne le Tableau ci-après, qui résume les faits relatifs à la compression de l'azote, jusqu'à une tension de 3000^{atm} :

p.	pv.	D.	p.	pv.	D.	p.	pv.	D.
atm			atm			atm		
1...	796,5	2,922	160...	805,5	3,157	»	»	»
20...	762,9	2,853	180...	822,1	3,237	750...	1573,8	5,810
40...	737,5	2,787	200...	839,3	3,319	1000...	1594,0	7,032
60...	731,5	2,787	220...	856,8	3,402	1500...	2064,8	9,559
80...	743,8	2,853	240...	874,3	3,485	2000...	2521,2	12,179
100...	757,9	2,925	260...	894,2	3,578	2500...	2960,2	14,868
120...	773,0	3,000	280...	910,1	3,655	3000...	3380,6	17,612
140...	789,1	3,078	300...	927,7	3,739	»	»	»

» On aurait, par exemple, pour 1^{kg} d'azote, $p = 3000$, $t = 15°$,

$$pv = 3380{,}6 + 15 \times 17{,}612 = 3644{,}8;$$

pour comparer les valeurs de pv que l'on déduirait du Tableau ci-dessus avec les valeurs qui sont données par l'expérience, il faut les multiplier par un facteur constant, qui tient compte, soit de l'espèce des unités qui ont été adoptées, soit de la quantité de gaz qui a été soumise à l'expérience.

» En multipliant, par exemple, par 58 les valeurs de pv qui sont déduites de la relation (3), on a, pour $t = 22^\circ$:

p.	pv.	$58pv$.	pv d'après M. Amagat.	p.	pv.	$58pv$.	pv d'après M. Amagat.
atm				atm			
127.....	845,14	48905	51394	291.....	978,90	56776	57796
169.....	883,19	51224	52860	332.....	1043,10	60500	59921
209.....	920,92	53410	54214	373.....	1085,10	62940	62708
251.....	961,64	55780	55862	421.....	1134,50	65801	65428

» M. Amagat a présenté à l'Académie des Sciences (séance du 17 septembre 1888) un Tableau qui donne, sous diverses pressions, les volumes occupés à 15° par une masse gazeuse, dont le volume, à la même température et sous la pression de 760^{mm}, est égal à l'unité.

» 1^{kg} d'azote (dont la densité est de 0,971) a un volume d'environ 840^{lit}, à la température de 15° et sous la pression atmosphérique.

» Si v est le volume qui est déduit de la relation (3), les valeurs données par M. Amagat sont $\frac{v}{840}$. On a, pour $t = 15^\circ$:

p.	pv.	v.	Valeurs de $\frac{pv}{840}$ d'après la formule.	Valeurs de $\frac{pv}{840}$ d'après M. Amagat.
atm	lit			
750.........	1441,0	1,921	0,002287	0,002262
1000.........	1699,4	1,699	0,002023	0,002032
1500.........	2208,3	1,506	0,001752	0,001763
2000.........	2704,0	1,352	0,001609	0,001613
2500.........	3183,3	1,273	0,001516	0,001515
3000.........	3644,8	1,215	0,001446	0,001446

CHIMIE. — *Sur les combinaisons des métaux alcalins avec l'ammoniaque.* Note de M. **H.-W. Bakhuis Roozeboom**, présentée par M. Friedel.

« M. Joannis a publié récemment ([1]) une étude sur les combinaisons de potassium et de sodium avec l'ammoniaque, dans laquelle il fait mention d'un fait curieux, dont je crois pouvoir donner l'interprétation, en me fondant sur le résultat de mes études sur les équilibres hétérogènes et les points multiples ([2]).

» Si l'on part d'un système renfermant la combinaison solide $NaAzH^3$ en présence d'une solution de $Na(AzH^3)^{1+x}$ et du gaz ammoniac, et qu'on enlève de l'ammoniaque, le liquide disparaît peu à peu; mais la pression reste constante si l'on maintient la température constante. Si l'on continue à enlever du gaz après disparition du liquide, le sodammonium solide se dissocie en sodium et en ammoniaque.

» M. Joannis a observé que cette décomposition se fait aussi sous tension constante; mais, chose remarquable, cette tension serait encore égale à celle de la solution saturée. Il ajoute : « J'ai l'intention de rechercher » si c'est là un fait général, et s'il y a d'autres exemples de corps, d'hy- » drates par exemple, ayant une tension de dissociation égale à la tension » de vapeur de leur solution saturée. »

» Or, l'égalité de ces deux tensions est en pleine contradiction avec nos connaissances actuelles. D'abord, on peut *a priori* conclure à l'inégalité des tensions de deux systèmes différents, quoique composés des mêmes corps constituants. En outre, mes études ont fourni de nombreuses preuves de cette loi fondamentale, dont l'évidence semble pourtant s'accréditer si difficilement. Ces études, et surtout les relations qu'elles ont décelées entre les différents systèmes hétérogènes que peuvent contracter deux ou plusieurs corps, fournissent le moyen d'expliquer le fait curieux, et également de prédire la conduite générale des combinaisons du potassium et du sodium avec l'ammoniaque.

» Prenons pour terme de comparaison quelques systèmes, formés de

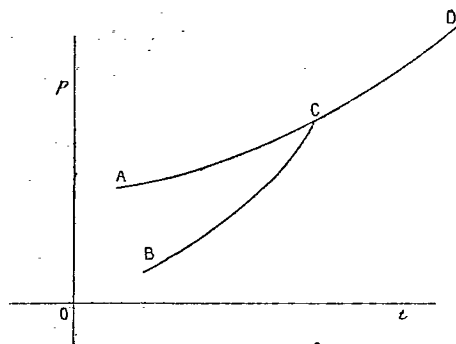
---

([1]) *Comptes rendus*, t. CIX, p. 900.

([2]) Voir *Rec. Trav. Chim. Pays-Bas*, t. III-VII, et *Zeitschr. Phys. Chemie*, 2, 449 et 513, et 4, 31.

$CaCl^2$ et de H^2O. Une combinaison solide $CaCl^2, 4H^2O$ (¹) peut exister en présence de solution saturée et de vapeur entre 30° et 45°.

» Soit AC la courbe qui figure les tensions de ce système. En enlevant maintenant de la vapeur d'eau, la solution s'évapore peu à peu et finit par disparaître. Alors l'hydrate solide commence à se dissocier, avec formation



de l'hydrate inférieur $CaCl^2, 2H^2O$. Il s'établit une nouvelle tension d'équilibre entre ces deux hydrates solides et la vapeur d'eau. La courbe de ces tensions est figurée par BC. Elle présente un point d'intersection C avec la courbe des solutions saturées. Ce point est le commencement de la courbe CD des tensions des solutions qui peuvent être en équilibre avec l'hydrate $CaCl^2, 2H^2O$ et vapeur.

» La figure peut en général (²) servir de type pour la représentation des relations entre deux hydrates successifs d'un sel avec la vapeur d'eau ou la solution saturée. Au lieu du second hydrate peut figurer aussi le sel anhydre.

» Il en résulte que la tension de dissociation de l'hydrate supérieur est toujours plus petite que celle de sa solution saturée, sauf dans le point C. Aussi ce point représente la température et la pression uniques où il y a coexistence des deux corps solides avec la solution et la vapeur d'eau, c'est-à-dire de tous les complexes hétérogènes qui font partie des deux systèmes dont AC et BC indiquent les tensions.

(¹) Comparez mon étude sur les conditions de l'équilibre des différents systèmes formés entre ce sel et l'eau (*Rec.*, t. VIII, p. 1-146; 1809).

(²) Il ne faut faire exception que pour les cas où existent des solutions renfermant moins d'eau que l'hydrate solide (voir *Rec.*, t. VIII, p. 7 et 56).

» Une même relation entre deux courbes analogues a été observée pour les systèmes dans lesquels entrent, comme corps solides, les hydrates de gaz et les combinaisons de l'ammoniaque avec les sels ammoniacaux.

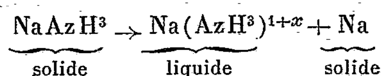
» La même figure schématique pourra représenter encore la conduite générale des systèmes formés du sodium et de l'ammoniaque. Ainsi la courbe AC représentera l'équilibre entre le sodammonium solide, un liquide renfermant plus d'ammoniaque que cette combinaison, et l'ammoniaque gazeuse. La constance de la tension résulte nécessairement de la présence de trois phases (complexes hétérogènes) formées de deux corps constituants.

» La courbe BC figurera les tensions d'un système formé de $NaAzH^3$ solide, Na solide et AzH^3 gazeux, lequel système résulte du premier en enlevant de l'ammoniaque après l'évaporation complète du liquide.

» Donc, si M. Joannis a cru observer une même tension pour ces deux systèmes, il faut qu'il ait fait l'expérience dans une proximité telle, du point de rencontre C, que la différence des tensions indiquées par les deux courbes soit moins grande que les erreurs d'expérience.

» La même explication peut être appliquée aux observations de M. Lescœur qui [1], parmi les sels hydratés, a rencontré en apparence deux exemples d'égalité de tensions entre la solution saturée d'un sel hydraté et sa tension lorsqu'il se dissocie en hydrate inférieur et vapeur.

» En poursuivant les recherches sur le sodammonium, il faut donc qu'on rencontre une température (du point C) à laquelle le sodammonium se transforme d'après la formule suivante :



$$\underbrace{NaAzH^3}_{\text{solide}} \rightarrow \underbrace{Na(AzH^3)^{1+x}}_{\text{liquide}} + \underbrace{Na}_{\text{solide}}$$

d'où résultera le système

Na solide + solution ammoniacale + gaz ammoniac,

que l'on arrive au point C par AC ou par BC.

» En théorie, on pourrait admettre aussi bien la formation d'une seconde combinaison solide, renfermant une quantité moindre de AzH^3 que le composé $NaAzH^3$; mais M. Joannis ayant constaté l'apparition du sodium aux températures plus basses que C, aussitôt qu'on eut fait vaporiser le

(1) Ces hydrates sont : $SrCl^2, 6H^2O$ et $Na^2HPO^4, 7H^2O$ (voir p. 72 et 145 de ses *Recherches sur la dissociation des hydrates salins*; Lille, 1888).

liquide, c'est ce même corps solide qui existera aux températures plus élevées que C, en présence du liquide.

» Quant à la courbe CD, elle se prolongera, d'après mes expériences touchant des cas analogues, jusqu'au point de fusion du sodium. »

PHYSIQUE. — *Sur l'absorption des rayons ultra-violets par quelques substances organiques faisant partie de la série grasse.* Note de MM. **J.-L. Soret** et **Alb.-A. Rilliet**, présentée par M. A. Cornu.

« Nous avons l'honneur de communiquer à l'Académie quelques conclusions principales auxquelles nous avons été conduits dans un travail assez étendu sur l'absorption des rayons ultra-violets par diverses substances organiques faisant partie de la série grasse. Nous rappelons ici que MM. Hartley et Huntington, dans leur beau Mémoire sur l'absorption [1], ont aussi étudié un certain nombre de ces substances. Une grande partie de nos résultats sont d'accord avec les leurs; nous avons cependant constaté quelques divergences.

» Quoiqu'il soit très difficile d'obtenir des substances d'une pureté suffisante pour permettre de bonnes observations, il paraît incontestable qu'il y a une grande analogie dans la manière dont les substances faisant partie d'une même série homologue se comportent en ce qui concerne l'absorption.

» C'est ainsi que les *alcools* de la série grasse présentent en général une grande transparence pour les rayons ultra-violets. Il est probable que les échantillons qui font exception contiennent des impuretés. La rectification et surtout la dessiccation complète amènent souvent une décomposition ou une oxydation des alcools, qui diminue leur transparence. MM. Hartley et Huntington ont donc donné comme conclusion de leurs recherches sur cette classe de corps que l'absorption en augmente à mesure que les formules chimiques vont en se compliquant, le maximum de transparence correspondant à l'alcool méthylique, tandis que les alcools éthylique, propylique, etc., interceptent de plus en plus les rayons extrêmes du spectre.

» Sans combattre cette conclusion, qui peut paraître rationnelle, nous

---

(1) *Researches on the action of organic substances on the ultra-violet rays of the spectrum* (*Philosophical Transactions of the Roy. Society*, Part I; 1879).

croyons que les savants anglais se sont exagéré les différences existant entre les alcools. Ainsi ils ont trouvé qu'une couche d'alcool méthylique de 19^{mm} d'épaisseur laisse passer tous les rayons ultra-violets jusqu'à la raie $28 (\lambda = 206)$, tandis que, sous la même épaisseur, l'alcool éthylique absolu intercepte les rayons plus réfrangibles que la raie $22 (\lambda = 232)$. Or nous avons reconnu que, pourvu que la dessiccation n'ait pas été poussée trop loin, on trouve facilement des échantillons d'alcool éthylique plus transparents, et atteignant même largement la limite que MM. Hartley et Huntington indiquent pour l'alcool méthylique.

» Une autre série homologue très remarquable est celle des *kétones*, auxquelles on peut relier l'aldéhyde. Ces liquides sont très opaques pour les rayons ultra-violets, qu'ils interceptent à partir de la raie 12 environ; il se manifeste plus loin une certaine reprise de la transparence (très marquée avec l'acétone ordinaire). Les différences entre les diverses kétones étudiées sont assez faibles pour que l'on puisse les attribuer à des défauts de pureté chimique.

» L'étude de la série des *éthers simples* nous a fait reconnaître les faits suivants : 1° les divers éthers simples contenant le même élément électronégatif (iode, brome, chlore) ne paraissent pas différer sensiblement dans leurs propriétés d'absorption; en d'autres termes, la substitution d'un radical alcoolique à un autre radical alcoolique agit peu sur la transparence; la vérification est très positive avec les iodures; 2° les sels haloïdes de potassium (iodure, bromure, chlorure) sont notablement moins absorbants que les éthers correspondants; la substitution d'un métal alcalin à un radical alcoolique augmente donc la transparence; il y a, d'ailleurs, d'autres différences entre les spectres de ces deux classes de corps, ce qui peut faire présumer que leur mode de groupement moléculaire n'est pas le même [1]; 3° les divers éthers contenant un élément électronégatif différent ne présentent point la même transparence; les iodures sont très absorbants, les bromures le sont moins, les chlorures sont très transparents.

» L'éther ordinaire (éthylique), purifié par distillation sur du sodium, est très transparent pour les rayons ultra-violets extrêmes; parmi les liquides que nous avons examinés, il n'est guère surpassé, à cet égard, que par l'eau distillée.

---

(1) Dans une précédente Communication, nous avons montré qu'il y a des différences analogues entre les éthers azotiques et les azotates alcalins (*Comptes rendus*, t. LXXXIX, p. 747; 1879).

» L'étude des *acides gras*, de leurs combinaisons avec le sodium et de leurs éthers composés, ne nous a pas conduits à des faits nouveaux bien précis; ces substances sont trop difficiles à obtenir à l'état de pureté pour que l'on puisse avoir une entière confiance dans les résultats.

» Les *vapeurs* des liquides, qui sont suffisamment absorbants et volatils, exercent elles-mêmes une action d'absorption sur les rayons ultra-violets.

» D'une manière générale, nous estimons que la mesure de l'absorption de ces rayons constitue un moyen très délicat pour apprécier la pureté des corps organiques. »

CHIMIE. — *Sur les pouvoirs réfringents des sels doubles en dissolution.* Note de M. E. **Doumer**, présentée par M. Armand Gautier.

« J'ai étudié un certain nombre de sels doubles, au point de vue du pouvoir réfringent par rapport à l'eau, à l'aide de la méthode qui m'a déjà servi à déterminer les pouvoirs réfringents des sels simples. J'ai consigné dans le Tableau suivant les résultats de cette étude. On trouvera dans la première colonne les formules des sels; dans la seconde, les poids moléculaires; dans la troisième, les pouvoirs réfringents par rapport à l'eau, que je désigne par μ; dans la quatrième, les pouvoirs réfringents moléculaires μP_m; dans la cinquième, le nombre n de valences de la partie métallique du sel, ou bien le nombre d'atomes d'hydrogène remplacés par cette partie métallique. Enfin la dernière colonne contient les produits $21,5 \times n$, c'est-à-dire les produits par n du pouvoir réfringent moléculaire théorique des sels simples ($=21,5$) dans lesquels la valence du métal est égale à l'unité.

» Un certain nombre de sels composés (*sel de Seignette*, *phosphate ammoniaco-sodique*, *carbonate double de potassium et de sodium*), qui ne sont pas à proprement parler des sels doubles, figurent dans ce Tableau. J'ai omis intentionnellement certains sels doubles qui se comportent exactement comme les sels mentionnés dans ce Tableau, mais qui contiennent des sels simples irréguliers, tels que le chlorure et le cyanure mercuriques.

Formules.	P_m.	μ.	μP_m.	n.	$21,5 \times n$.
$(SO^4)^3Li^2K^4$........	458	0,275	126,3	6	129
$(SO^4)^2Ni(AzH^4)^2$....	286,6	0,291	83,4	4	86
$(SO^4)^2Fe(AzH^4)^2$....	284	0,278	79	4	86
$(SO^4)^2CuK^2$........	333	0,252	84	»	»
$(SO^4)^2Cu(AzH^4)^2$....	291	0,271	79	»	»

Formules.	P_m.	μ.	μP_m.	n.	$21,5 \times n$.
$(SO^4)^4K^2Cr^2$	566	0,320	181	8	172
$(SO^4)^4K^2Fe^2$	574	0,280	161	»	»
$(SO^4)^4K^2Al^2$	516	0,305	156	»	»
$(SO^4)^4(AzH^4)^2Al^2$ ...	498	0,316	157	»	»
Cl^4AuNa	361	0,221	80	4	86
Cl^6PtNa^2	453	0,267	121	6	129
Cy^6FeK^4	368	0,340	125,3	»	»
$(C^2O^4)^4Fe^2K^2$	542	0,315	170,7	8	172
$(C^4H^4O^6)^2SrK^2$	461,5	0,179	83	4	86
CO^3KNa	122	0,324	39,6	2	43
$PO^4HNa(AzH^4)$	137	0,303	45	»	»
$C^4H^4O^6KNa$	210	0,198	41,6	»	»

» *Conclusions.* — Si l'on rapproche les pouvoirs réfringents moléculaires des sels doubles des pouvoirs réfringents moléculaires des sels simples (¹), on voit que *le pouvoir réfringent moléculaire d'un sel double est égal à la somme des pouvoirs réfringents moléculaires des sels simples composants.*

» Ainsi le pouvoir réfringent moléculaire de $AuNaCl^4$ (80) est sensiblement égal à la somme du pouvoir réfringent moléculaire (57,6) du chlorure d'or et du pouvoir réfringent moléculaire (23) du chlorure de sodium : $57,6 + 23 = 80,6$.

» Ces résultats présentent quelque analogie avec ceux que M. Landolt et M. Berthelot ont trouvés relativement à un certain nombre de composés organiques. Ils rentrent d'ailleurs dans la loi plus générale des pouvoirs réfringents moléculaires que j'ai indiquée dans la Note précédemment citée, et complètent cette loi.

» La comparaison des chiffres contenus dans la quatrième et dans la sixième colonne du Tableau montre, en effet, que les pouvoirs réfringents moléculaires des sels doubles sont sensiblement proportionnels au nombre n de valences de la partie métallique du sel. Ainsi :

$PO^4HNa(AzH^2)$,	Cl^4AuNa,	Cy^6FeK^4,	$(SO^4)^4K^2Cr^2$,

dont le nombre de valences est respectivement

2,	4,	6,	8,

ont pour pouvoirs réfringents

45,	80,	125,2,	181,

(¹) Voir *Comptes rendus*, séance du 6 janvier 1890.

nombres sensiblement égaux à

$$2 \times 21,5 = 43, \quad 4 \times 21,5 = 86, \quad 6 \times 21,5 = 129, \quad 8 \times 21,5 = 172.$$

» On peut donc dire, d'une façon générale, que *le pouvoir réfringent moléculaire d'un sel, soit simple, soit double, est proportionnel au nombre de valences de la partie métallique du sel.*

» *Remarque I.* — Ces faits donnent un moyen de déterminer le pouvoir réfringent moléculaire des sels simples difficiles à préparer à l'état de pureté, mais qui sont susceptibles de donner des sels doubles facilement purifiables et solubles dans l'eau.

» *Remarque II.* — Ils peuvent aussi donner quelques indications intéressantes sur la constitution de certains sels doubles. Ainsi, faut-il regarder le ferrocyanure de potassium comme composé d'un radical tétratomique Cy^6Fe et de potassium? Ou bien faut-il le considérer comme un véritable sel double dû à la combinaison du cyanure ferreux et du cyanure de potassium? Dans la première supposition, le nombre de valences métalliques serait égal à 4, il serait de 6 dans la seconde. Le pouvoir réfringent moléculaire du ferrocyanure de potassium, 125, sensiblement égal à $6 \times 21,5$, montre que le nombre de valences de la partie métallique du sel est 6 et que l'hypothèse qui considère le ferrocyanure comme un sel double est sans doute la vraie. »

PHYSIQUE. — *La constitution moléculaire des corps au point critique.* Note de M. **Ph.-A. Guye**, présentée par M. Friedel.

« J'ai pensé qu'il y aurait quelque intérêt à chercher de nouvelles relations entre certaines propriétés physiques et chimiques des corps et les valeurs des constantes a et b de l'équation de M. Van der Waals [1], qui, on le sait, dépendent jusqu'à présent de la détermination de la température et de la pression critique.

» Un examen attentif m'a montré que, par la nature même des définitions, la constante b ci-dessus doit être proportionnelle au pouvoir réfringent moléculaire.

(1) Van der Waals, *La continuité de l'état gazeux et de l'état liquide* (thèse en hollandais). Voir l'analyse que j'en ai donnée dans les *Archives de Genève*, 3e série, t. XXII, p. 540.

» Pour le pouvoir réfringent, j'ai adopté l'expression

$$R = \frac{n^2 - 1}{n^2 + 2} \frac{1}{d},$$

à laquelle MM. Lorenz (¹) et Lorentz (²) ont été conduits par des considérations tirées de la théorie électromagnétique de la lumière de M. Maxwell.

» Comme il est, d'autre part, très facile de démontrer que le coefficient critique, ou rapport de la température critique absolue à la pression critique, est lui-même proportionnel à la constante b, tout au moins avec une très grande approximation, il en résulte que ce coefficient, que je désigne par $\varkappa$, est proportionnel au pouvoir réfringent moléculaire; de sorte que, f étant une constante, la même pour tous les corps, on doit avoir la relation

$$(1) \qquad \frac{MR}{\varkappa} = f.$$

» J'ai calculé le rapport de MR à $\varkappa$ pour tous les corps dont on connaît les éléments entrant dans cette formule, et j'ai trouvé que la valeur de f est comprise entre 1,6 et 2,0, la valeur moyenne étant 1,8.

» Voici quelques-unes de ces vérifications :

Corps.	MR.	$\varkappa$.	f.
Acétone	15,71	9,7	1,7
Chlorure de propyle	20,35	10,1	2,0
Butyrate d'éthyle	30,63	18,7	1,6
Alcool isopropylique	17,12	9,6	1,8
Alcool isobutylique	21,55	11,1	1,9
Thiophène	23,73	12,3	1,9
Éthane	10,98	6,9	1,6
Méthylamine	10,40	5,9	1,8
Éther méthyléthylique	17,01	9,6	1,8

» Les valeurs extrêmes de f, 1,6 et 2,0, sont en écart de 0,2 sur la moyenne 1,8, soit de 10 pour 100 environ. L'incertitude moyenne sur les valeurs de $\varkappa$ étant précisément d'environ 10 pour 100, on voit donc qu'entre les limites des erreurs d'observation, la relation (1) est vérifiée

(¹) Lorenz, *Wied. Ann.*, t. II, p. 70.
(²) Lorentz, *Wied. Ann.*, t. IX, p. 641.

par l'expérience. J'ajoute qu'il ne peut être question d'une coïncidence fortuite, car les données numériques entrant dans les calculs de vérification sont comprises entre :

» $+9^o$ et $+317^o$ pour les températures critiques;

» 30^{atm} et 115^{atm} pour les pressions critiques;

» 6^{atm} et 36^{atm} pour les pouvoirs réfringents moléculaires.

» Ces derniers varient donc dans le rapport de 1 à 6, la constante f dans celui de 1,6 à 2,0, soit 1,00 à 1,25. En outre, les vérifications numériques que j'ai faites sont relatives à une quarantaine de corps, parmi lesquels on trouve des corps simples et composés, inorganiques et organiques, neutres, basiques et acides, des fonctions organiques variées.

» Indépendamment de l'importance que peut avoir la formule (1), en tant que nouvelle relation entre des constantes optiques et thermiques, et confirmation des vues théoriques de MM. Maxwell, Van der Waals, Lorentz et Lorenz, on peut en tirer plusieurs conséquences importantes au point de vue chimique.

» On remarquera tout d'abord qu'il n'est pas indifférent de rapporter les pouvoirs réfringents aux poids moléculaires ou aux équivalents. Ces derniers conduiraient à une valeur de f qui serait tantôt 1,8, tantôt 0,9. Quant aux équivalents rapportés à des volumes égaux de vapeur, ils conduisent naturellement aux mêmes résultats que les poids moléculaires.

» La formule (1) peut s'écrire

$$M = f\frac{\varkappa}{R}, \tag{2}$$

et l'on voit que, sous cette forme, elle permet de fixer la valeur du poids moléculaire des corps au point critique, pourvu que l'on connaisse les valeurs du coefficient critique et du pouvoir réfringent spécifique. Les résultats obtenus par le calcul de la constante f démontrent aussi que les poids moléculaires des liquides au point critique sont les mêmes que ceux qu'on déduit de la loi d'Avogadro et d'Ampère.

» Si l'on observe que la relation (1) ne peut subsister qu'à la condition que toutes les propriétés qui caractérisent les pouvoirs réfringents moléculaires s'appliquent aussi aux coefficients critiques, on verra que la seule connaissance du coefficient critique d'un corps suffit en général pour fixer son poids moléculaire au point critique.

» On peut en effet calculer *a priori* le pouvoir réfringent moléculaire au moyen des coefficients atomiques de réfraction (MM. Berthelot, Gladstone,

Landolt, Brühl). En divisant ces coefficients par la constante 1,8, on obtiendra de nouveaux coefficients, que j'appelle *coefficients atomiques critiques*, au moyen desquels on pourra toujours calculer d'avance la valeur du coefficient critique d'un composé donné, ce coefficient devant être en effet égal à la somme des coefficients critiques des atomes constituant la molécule.

» J'ai fixé les valeurs numériques des plus importants de ces coefficients atomiques critiques, et j'ai trouvé que cette règle de sommation des coefficients atomiques est en général bien vérifiée dans les limites des erreurs d'expérience. Toutefois, il convient d'adopter des valeurs un peu différentes suivant que les liaisons entre les atomes sont simples, doubles ou triples, ainsi que le fait a déjà été observé pour les coefficients atomiques de réfraction.

» Quoi qu'il en soit, on peut toujours calculer *à priori* la valeur du coefficient critique d'un composé avec une exactitude suffisante pour que la comparaison avec la valeur donnée par l'expérience permette de choisir, entre les divers multiples d'une formule, celui qui représente le poids moléculaire du corps au point critique.

» Toutes les vérifications numériques sur lesquelles reposent les conclusions de ce travail, ainsi que l'interprétation qu'il faut donner à quelques cas exceptionnels, seront publiées sous peu *in extenso*.

» Je reviendrai prochainement sur d'autres applications qu'on peut faire de la proportionnalité entre la constante b et le pouvoir réfringent moléculaire, ainsi que sur les relations qu'on peut établir entre la constante a et d'autres propriétés des corps [1]. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les dérivés de substitution du chlorure ammonique.* Note de M. **J.-A. Le Bel**, présentée par M. Armand Gautier.

« La constitution intime du chlorure ammonique a déjà donné lieu à diverses discussions; quelques chimistes le considèrent comme un chlorure d'ammonium ou même comme un pentahydrure d'azote monochloré, attribuant aux cinq atomes liés à l'azote un rôle exactement identique (équivalence des valences de l'azote).

» D'autres, au contraire, pensent qu'il faut le considérer comme un

(1) Paris, Laboratoire de M. Friedel.

chlorhydrate d'ammoniaque AzH^3, HCl, appuyant leur manière de voir sur la dissociation facile du sel en acide chlorhydrique et en ammoniaque. Cette dernière manière de raisonner n'est pas logique; car, en l'appliquant à l'iodhydrate d'amylène, on arriverait également à conclure que ce corps renferme un atome d'hydrogène jouant un rôle spécial; or aujourd'hui, tout le monde a renoncé à cette manière de voir.

» Considérons la question au point de vue de la constitution dans l'espace; on peut se figurer grossièrement la molécule $AzRR'^3Cl$ comme ayant les cinq radicaux combinés à l'azote distribués sur une sphère, et alors, ou bien ils n'auront pas de position relative fixe, et naturellement il n'y aura pas d'isomères parmi les dérivés substitués; ou bien ces positions seront fixes.

» Or il est impossible, dans ce cas, de distribuer cinq points régulièrement sur une sphère, et les distributions les plus simples comportent pour le moins deux dérivés $AzRR'^3Cl$.

» Le premier cas, qui paraît contraire aux idées qu'on se fait généralement de la constitution des corps, est pourtant conforme aux lois de la Mécanique, et M. Berthelot avait déjà parlé de cette hypothèse. Il arrive, en effet, que dans les dérivés simples du chlorure ammonique, ceux qui contiennent encore de l'hydrogène ou du méthyle, c'est précisément cette hypothèse qui paraît être la vraie, et les recherches les plus diverses n'ont abouti qu'à y ramener les chimistes; j'ai moi-même apporté une preuve de plus à cette manière de voir, et il y a aujourd'hui un accord complet sur la question.

» Il n'en est pas de même des dérivés qu'on obtient en substituant à l'hydrogène des radicaux élevés. On comprend, en effet, que des radicaux lourds et volumineux ne puissent pas changer de place entre eux aussi facilement que le font l'hydrogène et le méthyle; car on sait que l'iodure de méthyle se combine aux amines sèches d'une façon absolument explosive, tandis que l'iodure d'éthyle exige déjà un contact prolongé, ou une certaine température, pour entrer en combinaison; aussi la question est-elle restée pendante sur ce point. Je remarquerai encore qu'on peut concevoir l'existence de deux isomères d'ammonium substitués, sans qu'ils aient nécessairement des modes de génération différents, c'est-à-dire en produisant l'un par l'union du chlorure RCl à l'amine AzR'^3, et l'autre par le chlorure $R'Cl$ et l'amine $AzRR'^2$. Ces deux ordres de faits ne sont pas nécessairement concomitants.

» Dans la monographie que j'ai entreprise des chloroplatinates de ces

amines, j'avais des chances sérieuses de découvrir des isomères de ce genre. On trouve dans le bas de la série un groupe tout à fait remarquable de chloroplatinates cubiques, qui tous sont précisément formés aux dépens de chlorures de la forme $AzRR'^3Cl$.

» Très frappé de ce fait, je cherchai la limite où ces sels cessent d'être cubiques et je trouvai que les chloroplatinates de triméthylpropylammonium et de tripropylméthylammonium viennent encore s'ajouter au groupe cubique; mais la limite est dépassée quand on arrive au sel de triméthylisobutylammonium. J'avais remarqué qu'en général, si un chloroplatinate ne diffère d'un autre chloroplatinate cubique que par un seul méthyle substitué dans l'ammonium, il affecte une forme si voisine du cube que souvent il a été classé comme cubique, et même on ne peut éviter ces confusions qu'en contrôlant le goniomètre par l'examen des axes optiques. Or, pour le chloroplatinate d'isobutyltriméthylammonium, on obtient d'abord un sel de platine en aiguilles allongées fortement biréfringentes qui paraît sortir brusquement de la famille cubique. Ce sel a, du reste, fourni exactement le chiffre théorique de platine; or, quand j'ai voulu en faire des cristaux mesurables, je n'ai obtenu que des octaèdres très voisins du système régulier, possédant une double réfraction, si faible qu'on ne les voit plus s'éclairer en lumière polarisée quand on les fait cristalliser sur une lame de verre. Ce caractère ainsi que l'aspect absolument distinct des cristaux ne laissent aucun doute sur le dimorphisme; en taillant un octaèdre sur une épaisseur très grande, on voit néanmoins deux axes optiques. En faisant cristalliser le sel octaédrique à chaud, ou dans l'alcool ou l'acide chlorhydrique, il garde complètement son caractère; on n'avait donc pas affaire à un dimorphisme simple ou réversible par des moyens physiques, comme ceux qu'on observe habituellement.

» N'ayant pas réussi à refaire avec les octaèdres les prismes primitifs, je résolus d'éliminer le platine pour retourner au chlorure de l'ammonium correspondant. Ce dernier ou bien devait redonner le chloroplatinate en aiguilles, ou bien être lui-même différent du sel primitif. En employant l'hydrogène sulfuré, qui exige plusieurs précipitations, j'obtins un chlorure qui donnait une certaine quantité d'aiguilles et d'octaèdres mélangés. Comme on avait employé un temps notable et la chaleur pour éliminer tout le platine du sel, il y avait donc lieu de penser que le chlorure avait pu rétrograder. En effet, en se servant d'oxyde d'argent fraîchement précipité et rigoureusement débarrassé d'alcali fixe par le lavage, on a précipité l'oxyde de platine et le chlore à la fois; il suffisait de filtrer, de

saturer l'oxyde d'ammonium par l'acide chlorhydrique et de distiller l'eau dans le vide pour faire en une seule séance le chlorure correspondant concentré qui, additionné de chlorure de platine, fournit d'abord des octaèdres. Il y a donc non seulement deux chloroplatinates, mais deux chlorures d'ammonium; seulement au chlorure stable correspond un chloroplatinate instable, circonstance qui a permis de découvrir le phénomène.

» Du reste, non seulement le chlorure ammonique correspondant aux octaèdres rétrograde, mais il fait rétrograder ces derniers par échange d'ammonium entre les deux sels. On a constaté en effet directement que les octaèdres se changent en aiguilles, en présence du chlorure primitif en excès, surtout si l'on acidule légèrement.

» Ces faits sont une confirmation de ceux qui ont été annoncés par M. Ladenburg à propos de l'isomérie du triéthylbenzylammonium, faits contestés par M. V. Meyer. Je me propose de vérifier ces derniers et de chercher des exemples nouveaux qui me paraissent nécessaires pour adopter une conclusion définitive (1). »

CHIMIE. — *Réactions entre les sels de cuivre et les cyanures métalliques.* Note de M. **Raoul Varet.**

« Dans une précédente Communication (*Comptes rendus*, t. CVII, p. 1001), j'ai montré que l'action qu'exercent les sels de cuivre sur le cyanure de mercure est bien différente de celle qu'ils exercent sur les cyanures alcalins. Ces derniers font la double décomposition avec tous les sels de cuivre, il y a dégagement de cyanogène et précipitation de cyanure cuivreux. Le cyanure de mercure n'étant attaqué que par les sels halogènes, il m'a paru intéressant de rechercher quelle serait l'action sur le cyanure d'argent, très voisin du cyanure de mercure, comme l'a montré M. Berthelot, et aussi sur le cyanure de zinc, que l'on place quelquefois à côté des sels correspondants de mercure et d'argent.

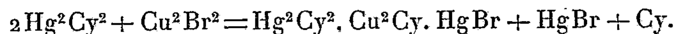
» Je vais d'abord compléter les indications que j'ai données relativement au cyanure de mercure.

» I. *Action du bromure cuivrique sur le cyanure de mercure.* — A une solution bouillante de cyanure de mercure, on ajoute du bromure cuivrique par petites

(1) Ce travail a été fait au laboratoire de M. Gautier.

quantités (2 équivalents de CuBr pour 3 équivalents de HgCy). La liqueur noircit, il y a dégagement de cyanogène et formation d'un précipité lilas, puis la liqueur s'éclaircit. On cesse immédiatement de chauffer, le précipité est jeté sur un filtre et lavé avec de l'eau froide. Séché à 100°, il répond à la formule $Hg^2Cy^2HgBrCu^2Cy$.

» La réaction suivante a eu lieu :



$$2Hg^2Cy^2 + Cu^2Br^2 = Hg^2Cy^2, Cu^2Cy. HgBr + HgBr + Cy.$$

» Si, au lieu de cesser de chauffer aussitôt que le corps $Hg^2Cy^2. HgBrCu^2Cy$ a pris naissance, on prolonge l'ébullition pendant quelques minutes, le précipité lilas pâlit et il répond alors à la formule $4Hg^2Cy^2. 4Cu^2Cy. 3HgBr$.

» On voit que, sous l'influence de l'eau et du cyanure de mercure en excès, le corps $Hg^2Cy^2HgBrCu^2Cy$ a perdu du bromure mercurique. Une ébullition plus prolongée avec de l'eau saturée de cyanure de mercure lui ferait perdre une quantité plus grande de HgBr.

» Chauffé avec un grand excès d'eau, le composé $Hg^2Cy^2HgBrCu^2Cy$ perd du cyanure et du bromure de mercure, et se transforme en cyanure cuivreux. Sa transformation n'est pas immédiate; il y a formation de produits intermédiaires, qui sont de plus en plus riches en cyanure cuivreux et qui semblent résulter de l'union de (Hg^2Cy^2HgBr) avec $m\,Cu^2Cy$; m étant un facteur fonction du temps et de la proportion d'eau.

» Quand, dans une solution concentrée et bouillante de bromure cuivrique, on verse une solution faible de cyanure de mercure (CuBr étant toujours en excès), il y a dégagement de cyanogène et formation de cyanure cuivreux.

» La réaction suivante a lieu :



$$Hg^2Cy^2 + Cu^2Br^2 = Hg^2Br^2 + Cu^2Cy + Cy.$$

» Dans une solution refroidie de cyanure de mercure, on verse du bromure cuivrique : la liqueur s'échauffe et il se fait un léger précipité, mélange des composés précédemment décrits. On filtre et l'on refroidit le liquide obtenu. Il se dépose des cristaux bleus et verts enchevêtrés. Ces cristaux sont des hydrates des combinaisons Hg^2Cy^2CuBr et $Hg^2Cy^2Cu^2Br^2$.

» II. *Action du chlorure cuivrique sur le cyanure de mercure.* — A froid, on obtient, comme je l'ai dit (*loc. cit.*), $Hg^2Cy^2, CuCl, 6HO$ et $Hg^2Cy^2, Cu^2Cl^2, 12HO$.

» A chaud, on a du cyanure cuivreux, quand CuCl est en excès ; dans le cas contraire, on obtient un précipité lilas répondant à la formule Hg^2Cy^2HgCl, Cu^2Cy. C'est un corps beaucoup plus stable que le composé correspondant obtenu avec le bromure cuivrique.

» III. *Cyanure de mercure et sels halogènes cuivreux.* — On maintient à l'ébullition une solution de cyanure de mercure tenant en suspension de l'iodure cuivreux ($12^{gr},6$ de HgCy pour 19^{gr} de Cu^2I). Il y a double décomposition et l'on obtient un précipité orangé répondant à la formule Cu^2CyHgI. Comme c'était à prévoir, il n'y a pas de dégagement de cyanogène.

» Avec le bromure cuivreux, on a un précipité vert pâle qui reste en suspension dans l'eau ; c'est un bromo-cyanure de mercure et de cuivre.

» Quant au chlorure cuivreux, il ne semble pas réagir dans ces conditions.

» IV. *Cyanure d'argent et sels de cuivre.* — Lorsqu'on maintient à l'ébullition une solution de chlorure cuivrique, tenant du cyanure d'argent en suspension, il y a dégagement de cyanogène et l'on obtient un précipité vert, très altérable à la lumière; c'est un chlorocyanure d'argent et de cuivre.

» Avec le bromure cuivrique, la réaction est beaucoup plus énergique; le bromocyanure d'argent et de cuivre obtenu est jaune vert et aussi très altérable.

» Le cyanure d'argent peut être chauffé pendant plusieurs heures avec des solutions de sulfate ou d'azotate de cuivre, sans que l'on constate d'attaque sensible.

» *Cyanure de zinc.* — Les sels halogènes de cuivre réagissent sur le cyanure de zinc, même à la température ordinaire. Avec les sels oxygénés, il est nécessaire d'élever la température vers 40°, sans cela l'attaque est très lente. Dans les deux cas il y a simplement double décomposition et dégagement de cyanogène.

» En résumé, on voit :

» 1° Que les sels halogènes de cuivre font la double décomposition avec tous les cyanures;

» 2° Que l'action des sels oxygénés est nulle sur les cyanures de mercure et d'argent seulement.

» Ces derniers semblent donc avoir une constitution particulière et posséder, comme le pense M. Berthelot, les formules Ag^2Cy^2 et Hg^2Cy^2.

» Le cyanure de zinc, au contraire, peut être représenté par la formule ZnCy, comparable à celle du cyanure de potassium.

» Et si l'on veut faire intervenir la notion d'atomicité, on peut dire que, dans les cyanures de mercure et d'argent, les deux radicaux C Az sont unis entre eux; tandis que, dans le cyanure de zinc, ils sont indépendants et réunis par l'intermédiaire du métal. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les différentes bornylphényluréthanes gauche, droite et racémique, et sur les isobornylphényluréthanes.* Note de M. A. **Haller**, présentée par M. Friedel.

« Dans ma dernière Communication présentée à l'Académie ([1]), j'ai fait voir que l'isocamphol gauche possède un pouvoir rotatoire qui varie avec la nature du dissolvant employé, tandis que le bornéol gauche α conserve son pouvoir rotatoire normal dans tous les dissolvants mis en essai.

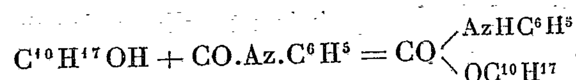
» On sait, d'autre part, que les isocamphols ou bornéols β chauffés

([1]) *Comptes rendus,* t. CIX, p. 187.

seuls, ou avec des acides, ou encore avec du sodium, se transforment en camphols α, dont l'action sur la lumière polarisée se manifeste dans un sens opposé. Cette instabilité des isobornéols rend l'étude de certains de leurs dérivés fort difficile; car, pour peu qu'on soit obligé de faire intervenir la chaleur pour la préparation de ces dérivés, on s'expose à avoir un mélange d'isomères.

» Parmi les nombreux composés qui se rattachent aux bornéols, j'en ai donc choisi un dont la préparation n'exige point le concours de la chaleur : c'est la bornylphényluréthane. Ce composé a été préparé, pour la première fois, par M. R. Leuckart [1] en partant d'un camphol dont il ne donne ni l'origine, ni le pouvoir rotatoire.

» La bornylphényluréthane prend naissance quand on mélange molécules égales de camphol et d'isocyanate de phényle



$$C^{10}H^{17}OH + CO.Az.C^6H^5 = CO\begin{cases}AzHC^6H^5\\ OC^{10}H^{17}\end{cases}$$

» La réaction se fait peu à peu à froid, et l'on obtient finalement une masse dure et compacte qu'il suffit de faire cristalliser dans l'alcool.

» Les bornylphényluréthanes se présentent, en général, sous la forme de fines aiguilles blanches, solubles dans l'éther, la benzine, le toluène, peu solubles dans l'alcool froid et dans l'éther de pétrole.

» Le point de fusion varie avec la catégorie des bornéols employés.

» On a préparé, par la méthode directe, le dérivé correspondant aux deux camphols α droit et gauche, ainsi que celui qui se rattache à l'isocamphol gauche. Le racémique dérivé de ces deux bornéols α, et que nous désignerons par *racémique* $\overset{-+}{\alpha\alpha}$, a été obtenu en mélangeant les uréthanes droite et gauche α, et aussi par action directe du carbanile sur le camphol racémique $\overset{+-}{\alpha\alpha}$.

» Les bornylphényluréthanes dérivées des camphols inactifs $\overset{+-}{\alpha\beta}$ et $\overset{-+}{\alpha\beta}$ (mélanges de camphols droit α ou gauche α avec un isocamphol β gauche ou droit) ont été également préparées directement.

» Les pouvoirs rotatoires de tous ces isomères ont été déterminés avec des solutions dans le toluène (1^{lit} égale $\frac{1}{5}$ de molécule).

---

(1) *Deut. Chem. Ges.*, t. XX, p. 115.

» Les nombres obtenus, ainsi que les points de fusion, se trouvent inscrits dans le Tableau suivant :

	Point de fusion.	Pouvoir rotatoire moléculaire.
I. Bornylphényluréthane droite α	137°,75	$[\alpha]_D = +34°,22$
II. » gauche α	137,25	$[\alpha]_D = -34,79$
III. » gauche β	130,05	$[\alpha]_D = -56,77$
IV. » racémique $\overset{+-}{\alpha\alpha}$	140,00	0
La même obtenue en mélangeant I et II	140,00	0
V. Bornylphényluréthane provenant d'un camphol inactif $\overset{+-}{\alpha\beta}$.	133,00	$[\alpha]_D = -\ 7,50$
VI. » » $\overset{-+}{\alpha\beta}$.	132,60	$[\alpha]_D = +\ 7,32$

» Ces chiffres montrent : 1° que les points de fusion et les pouvoirs rotatoires de chaque paire de dérivés analogues sont à peu de chose près les mêmes; 2° que le pouvoir rotatoire de la bornylphényluréthane gauche β est supérieur à celui des isomères α; 3° que les uréthanes dérivées des inactifs $\overset{+-}{\alpha\beta}$ et $\overset{-+}{\alpha\beta}$, au lieu d'être inactives, sont actives, ce qui confirme l'activité plus grande des bornylphényluréthanes β.

» Il était en outre intéressant de s'assurer si, à l'instar de l'isocamphol gauche β, son dérivé, la phényluréthane, éprouve un changement dans son pouvoir rotatoire moléculaire, lorsqu'on varie la nature du dissolvant. On a donc déterminé le pouvoir rotatoire de ce dérivé dans l'alcool, et l'on a constaté qu'il était identiquement le même que dans le toluène, comme l'indiquent les nombres trouvés. Nous mettons en regard les chiffres obtenus, dans les mêmes dissolvants, avec l'isocamphol gauche ou bornéol gauche β :

	Dans l'alcool.	Dans le toluène.
Bornéol gauche β	$[\alpha]_D = -33,11$	$[\alpha]_D = -20,99$
β bornylphényluréthane gauche	$[\alpha]_D = -56,77$	$[\alpha]_D = -56,77$

» Ces faits semblent prouver d'une façon péremptoire que, dans les isocamphols, c'est le groupe fonctionnel asymétrique $\equiv C - \underset{OH}{\overset{H}{C}} - CH^2$ qui subit l'action des différents dissolvants, action qui a pour effet de déterminer une variation du pouvoir rotatoire de la molécule quand celle-ci n'est pas entrée en combinaison.

» Engage-t-on au contraire cette fonction dans une nouvelle combinai-

son, l'immobilise-t-on de la sorte, pour ainsi dire, le corps nouveau jouit d'une certaine immunité par rapport aux différents dissolvants.

» Cette propriété que possèdent certains isomères stéréochimiques, de prendre un pouvoir rotatoire variable suivant les conditions de milieu, et de fournir en outre des dérivés dont la rotation s'écarte de celle que possèdent leurs isomères, permettra, je l'espère, de déceler plus facilement leur présence en cas de mélange.

» J'espère aussi que les recherches que je viens d'exposer trouveront leur application dans d'autres cas, et en particulier, dans le cas des acides camphorique et isocamphorique de M. Friedel.

» Je continue l'étude des isocamphols et je me propose de trouver d'autres dérivés venant confirmer les faits établis dans cette Note. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Sur l'action physiologique de l'acide sélénieux*. Note de MM. **C. Chabrié** et **L. Lapicque**, présentée par M. Bouchard.

« Les analogies du soufre et du sélénium, qui sont si frappantes lorsqu'on considère leurs composés minéraux, comme l'ont montré Berzélius en 1818 et Dumas (¹) en 1827, sont déjà moins parfaites lorsque l'on compare les dérivés organiques de ces deux métalloïdes. On sait, en effet, que les sulfures organiques donnent des oxydes neutres, tandis que les oxydes des séléniures de la série grasse sont fortement basiques. Pourtant, M. Cahours (²), dans ses recherches sur les sulfines, a montré que les sulfures et séléniures de méthyle se comportent de la même manière vis-à-vis des iodures alcooliques.

» L'étude de ces analogies et de ces dissemblances a été poursuivie par l'un de nous (³) dans un travail sur les produits aromatiques séléniés; et il nous a semblé que, pour compléter l'étude de ce parallélisme des propriétés chimiques des dérivés du soufre et du sélénium, il serait intéressant de comparer leur action physiologique. Il était naturel de continuer l'étude des réactions des composés minéraux du sélénium sur les corps aromati-

(¹) *Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, t. LV, p. 185.
(²) *Annales de Chimie et de Physique*, 5e série, t. X, p. 51.
(³) *Comptes rendus*, séances des 29 juillet et 7 octobre 1889, et *Bulletin de la Société chimique de Paris*, 188 et 1889.

ques par celle de ces composés sur les organismes. On peut, en effet, supposer que la toxicité d'un produit soit due en grande partie aux altérations auxquelles il peut donner lieu dans les matières albuminoïdes qui constituent essentiellement la substance de l'être vivant; et l'on sait, depuis les importantes recherches de MM. Schützenberger [1] et A. Gautier [2], qu'on peut considérer ces substances comme un noyau appartenant à une série cyclique hexagonale.

» Nous avons commencé par l'étude de l'action physiologique de l'acide sélénieux. Nous avons partagé notre travail en deux parties, selon que nos expériences portaient sur les fermentations ou sur les animaux supérieurs.

» I. L'un de nous a montré [3] que l'acide sélénieux est réduit par une solution de glucose contenant de la levure de bière, alors que la solution privée de cette levure ne le réduisait pas.

» Pour étudier cette action sur les fermentations, nous avons pris une série de 7 flacons, renfermant chacun 100^{cc} de bouillon de bœuf. Les échantillons nos 1, 2, 3, 4 et 5 ont reçu des quantités d'acide sélénieux (pesé à l'état d'anhydride), respectivement égales à $0^{gr},01$, $0^{gr},02$, $0^{gr},05$, $0^{gr},10$ et $0^{gr},20$; les nos 6 et 7 étaient réservés comme témoins.

» Après être restés quatre jours à la température du laboratoire (environ 25°), les deux témoins étaient en pleine putréfaction; les échantillons de 1 à 4 étaient troubles et offraient une coloration rouge; le n° 4 n'était pas même teinté dans toute sa masse; on distinguait nettement dans le liquide des colonies qui seules étaient rouges. Enfin, le n° 5 ne présentait que quelques petites colonies non teintées.

» Cette expérience montre : 1° qu'il faut une dose d'acide sélénieux un peu supérieure à 2 millièmes pour empêcher la fermentation du bouillon sous l'action des microbes vulgaires de l'air; 2° qu'avec des doses moindres cette fermentation s'établit et qu'alors l'acide sélénieux est réduit. Cette réduction se fait au contact même des micro-organismes.

» II. Les sulfites injectés dans le sang d'un animal se transforment en sulfates qui ne possèdent aucune action toxique. Les sélénites ne s'oxydent pas dans ces conditions, et l'on voit qu'en réalité les sels introduits dans l'organisme ne sont plus les mêmes. Mais, comme précisément l'acide sélénieux se différencie chimiquement de l'acide sulfureux parce qu'il n'a

---

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, 5e série, t. XVI, p. 289.
(2) *Bulletin de la Société chimique*, t. XLIII, p. 596.
(3) *Bulletin de la Société chimique*, t. L, p. 133.

pas, comme lui, la propriété réductrice, les conséquences physiologiques de ce fait étaient intéressantes à connaître.

» Sur les animaux supérieurs, nous avons trouvé que l'acide sélénieux possède un pouvoir toxique considérable.

» Nos expériences ont été faites avec une solution aqueuse d'acide sélénieux exactement neutralisé par la soude. Les chiens meurent quand ils en ont reçu 3^{mgr} pour 1^{kg} de poids corporel.

» Les lésions observées à l'autopsie consistent dans une congestion intense de tous les viscères; les poumons, violacés, surnagent à peine si on les met dans l'eau; l'intestin est couvert de taches ecchymotiques. Pendant l'intoxication, on observe des vomissements et des défécations.

» La pression sanguine (étudiée au moyen du manomètre enregistreur de M. François Franck) présente une baisse régulière et continue, qui est vraisemblablement en rapport avec la congestion viscérale. La respiration, enregistrée par un pneumographe, affecte le type de Cheyne-Stokes.

» Le cœur s'arrête en systole ou en trémulation.

» Le phénomène le plus remarquable consiste dans une sécrétion bronchique très abondante. Un de nos animaux, pesant $10^{kg},500$, a rendu, en vingt-cinq minutes, par sa canule trachéale, 180^{gr} d'un liquide limpide, légèrement teinté de rose, qui s'est spontanément coagulé à l'air.

» L'analyse chimique n'a fait constater aucune trace de sélénium dans le liquide.

» Le sélénite de soude a donc essentiellemeet une action irritante. Rabuteau avait signalé ce fait; il l'attribuait à la formation dans le sang d'une masse de cristaux aciculaires qu'il dit avoir observés dans tous les organes. Nous avons cherché avec beaucoup de soin ces cristaux, nous ne les avons trouvés dans aucune de nos expériences. »

ANATOMIE ANIMALE. — *Sur le quatrième orifice palléal des Pélécypodes.* Note de M. PAUL PELSENEER.

« I. Il existe un grand nombre de Pélécypodes ou Lamellibranches chez lesquels le manteau est très fermé, par suite de la soudure de ses lobes en deux points. Cette double soudure laisse alors subsister trois orifices distincts, faisant communiquer la chambre palléale avec l'extérieur : orifices pédieux, branchial et anal (1).

(1) Il n'est pas question ici de l'orifice dorsal postérieur (*supra-anal*) des Unionides, que je présume être la partie la plus dorsale de l'orifice anal primitif, séparée du reste de cette ouverture par le muscle adducteur postérieur.

» Chez certains de ces Pélécypodes « triforés », il existe en outre, dans la ligne de soudure, souvent fort longue, qui sépare les orifices pédieux et branchial, un quatrième orifice *très petit*. Les espèces chez lesquelles ce « quatrième orifice » a été signalé appartiennent, comme je l'ai indiqué autrefois ([1]), aux genres *Solen*, *Lutraria*, *Glycimeris* (*Panopœa*), *Myochama*, *Chamostrea*, *Cochlodesma*, *Thracia*, *Pholadomya* et *Aspergillum*.

» La fonction physiologique de ce quatrième orifice n'a pas été clairement élucidée. On a cependant supposé ([2]) qu'il pouvait servir à l'introduction de l'eau, quand les siphons ou les orifices siphonaux sont contractés.

» Mais, pour ce qui concerne l'origine morphologique, aucune explication n'a été donnée.

» II. Une forme de Pélécypode, appartenant aux doubles du Muséum, que j'ai pu examiner grâce à l'obligeance de M. le professeur Edm. Perrier, me permet d'expliquer cette origine. Il s'agit du *Lyonsia norvegica* (provenance : Saint-Vaast-la-Hougue).

» Dans le spécimen étudié, le manteau présentait, comme chez les genres énumérés plus haut, quatre orifices distincts :

» 1 et 2, en arrière, les deux orifices anal et branchial, accolés.

» 3, ventralement et en avant, un large orifice circulaire, présentant un prolongement annulaire intérieur, analogue à un court siphon invaginé ;

» 4, tout en avant contre le muscle adducteur antérieur, un orifice en forme de fente, plus petit et plus étroit que le précédent, et situé en regard de l'extrémité antérieure du pied, lequel est très réduit comme organe locomoteur.

» Si maintenant on compare les *Lyonsia* aux autres genres cités précédemment, on verra que le « quatrième » orifice (le deuxième à partir de l'extrémité céphalique) est, chez le premier, *grand et largement ouvert*, tandis que, chez les autres, il n'est qu'un *petit trou* d'un diamètre très minime.

» D'autre part, en dehors des *Lyonsia*, toutes les espèces présentant un « quatrième » orifice, entre le pédieux et le branchial, possèdent un appareil byssogène *rudimentaire ou tout à fait atrophié et manquent de byssus*. Au contraire, chez les *Lyonsia*, l'appareil byssogène présente un *développement considérable* et sécrète un *épais tronc de byssus*.

([1]) Pelseneer, *Bull. Mus. Roy. Hist. Nat. Belg.*, t. IV, p. 120.

([2]) Deshayes, *Histoire naturelle des Mollusques* (*Exploration de l'Algérie*), p. 287.

» Je suis donc porté à croire :

» 1° Que, chez les Pélécypodes à manteau quadriforé, il y a un rapport entre le développement du « quatrième » orifice palléal et celui de l'appareil byssogène.

» 2° Que, dans certaines formes de Pélécypodes à manteau très fermé, à pied réduit comme organe locomoteur, mais à byssus considérablement développé, l'orifice pédieux primitif s'est subdivisé en deux ouvertures secondaires : l'antérieure restant une ouverture pédieuse, l'autre servant exclusivement au passage du byssus. Telle est la disposition observée chez le *Lyonsia* étudié.

» 3° Que, dans des Pélécypodes quadriforés, descendant vraisemblablement de formes organisées de cette dernière façon, l'appareil byssogène s'est atrophié et l'orifice palléal du byssus l'a suivi dans sa régression; il s'est alors réduit au petit trou qui se trouve précisément [1] à la place de l'orifice byssal des *Lyonsia* et en regard de l'endroit où existe normalement l'appareil byssogène des Pélécypodes.

» Comme conclusion, on peut dire que le quatrième orifice palléal des Pélécypodes énumérés au commencement de cette Note est le reste d'une ouverture qui servait exclusivement au passage du byssus. »

BOTANIQUE CRYPTOGAMIQUE. — *Sur le développement du Pourridié de la Vigne et des arbres fruitiers.* Note de M. **Pierre Viala**, présentée par M. Duchartre.

« La maladie de la Vigne et des arbres fruitiers, connue sous le nom de *Pourridié*, est due à divers Champignons hypogés qui vivent en parasites sur les racines; le *Dematophora necatrix* est le plus commun et le plus important par ses dégâts. Le mycélium de ce Champignon entoure les organes attaqués de masses floconneuses blanches ou brunes, qui se condensent par places en cordons rhizomorphiques noirs (*Rhizomorpha fragilis*, var. *subterranea*); il forme, sous l'écorce, des plaques feutrées blanches (*Rh. fragilis*, var. *subcorticalis*) de filaments qui pénètrent dans les rayons médullaires et dans le bois, qu'ils désorganisent. Le développement des diverses formes du mycélium dépend de la nature du milieu et surtout

(1) Sauf chez le *Thracia convexa*, où il est situé plus en arrière, et assez près de l'orifice branchial.

de l'état d'humidité du sol. Nous avons cultivé ce mycélium dans des milieux liquides non aérés et nous avons obtenu la formation de chlamydospores sur les renflements en poire, simples ou doubles, qui existent au niveau des cloisons et qui sont caractéristiques des filaments mycéliens de cette espèce.

» Le *D. necatrix* produit des fructifications conidifères seulement sur les organes qu'il a détruits et sur lesquels il vit en saprophyte. Ces fructifications, en forme de houppes, poussent en grand nombre dans les sols frais ou humides. Elles se forment encore, au niveau du sol, sur des Vignes et sur des Cerisiers mis en culture depuis sept ans.

» J'ai pu, dans des recherches poursuivies depuis 1882, obtenir, en variant les milieux de culture, la production des périthèces qui n'avaient jamais été signalés pour le *D. necatrix*. Les fruits de ce Champignon ne se développent que sur les Vignes et les arbres fruitiers tués depuis longtemps et décomposés; on ne les observe que dans des sols desséchés lentement, et ils mettent à se former au moins six mois à partir du moment où cesse la production des conidiophores.

» Les périthèces poussent, entremêlés avec les houppes conidifères, soit sur des sclérotes, soit sur le mycélium; ils forment, par leur agglomération sur le tronc des Vignes ou des arbres, une couronne de petites sphères au niveau du sol et jusqu'à 5^{cm} ou 6^{cm} au-dessous de la surface.

» Les fruits, très durs, d'un brun foncé, sont à peu près sphériques; ils ont 2^{mm} de diamètre et s'insèrent par un court pédicelle ($0^{mm},25$), sur lequel sont fixés parfois les houppes conidifères et le mycélium renflé. Ils sont complètement clos; leur enveloppe épaisse ne possède ni ornements ni orifice à la surface. A l'intérieur, les périthèces présentent, en continuité avec l'enveloppe externe, une couche dense de filaments blancs enchevêtrés et soudés. De cette seconde membrane partent, sur tout le pourtour, un très grand nombre de filaments mycéliens cloisonnés, minces et hyalins, d'abord à peu près parallèles, bientôt ramifiés, anastomosés et distribués dans tous les sens. Ils sont parsemés de nombreuses gouttelettes réfringentes et remplissent complètement la cavité du fruit d'un tissu transparent et condensé, homologue de celui des Tubéracées. Au milieu de ce tissu sont plongés, en direction rayonnante, les asques parfois peu nombreux.

» Les asques sont filiformes, allongés, à membrane peu épaisse et hyaline; ils sont surmontés, à leur sommet libre, d'une chambre à air isolée par une cloison et qui a 28 μ de hauteur sur 10 μ de diamètre, les asques

ayant 9 μ d'épaisseur. Cette chambre forme calotte; elle est entourée d'une membrane plus épaisse que celle de l'asque.

» Les sporidies, au nombre constant de huit, se développent lentement dans l'asque, dont elles remplissent la cavité; elles restent longtemps incolores, granuleuses et pourvues de deux à cinq grosses gouttelettes réfringentes. Quand elles sont mûres, elles sont en forme de navette arquée et bombée sur une face; leur contenu paraît homogène; elles ont une double membrane lisse et d'un noir foncé à l'extérieur; leur longueur est de 40 μ et leur diamètre au centre de 7 μ.

» Le tissu intérieur du fruit et la membrane délicate des asques finissent par se résorber entièrement, et les sporidies forment une poussière noire dans la cavité du périthèce toujours clos. Je n'ai pu obtenir la germination de ces sporidies. Le cycle du développement des formes de reproduction du *D. necatrix* est ainsi complet.

» La constitution bien spéciale des périthèces du *Dematophora necatrix* classe ce Champignon dans le groupe des Tubéracées, où il forme un genre nouveau auquel nous maintenons son nom. C'est la première Tubéracée connue comme réellement parasite à une période de son développement; les fructifications conidifères et surtout les périthèces ne se produisent que dans des conditions de milieu déterminées et lorsque le Champignon vit à l'état de saprophyte sur les organes qu'il a tués. C'est aussi la première Tubéracée dont on connaisse les conidiophores, et il y a là une indication pour la recherche des formes conidifères des autres Tubéracées. »

GÉOLOGIE. — *La géologie de l'île Mételin.* Note de M. L. DE LAUNAY, présentée par M. Fouqué.

« L'île de Mételin (antique Lesbos) est située au nord de Smyrne sur la côte d'Asie-Mineure. Pendant les mois d'avril et de mai 1887, nous l'avons visitée pour en dresser la Carte géologique; depuis notre retour, nous avons étudié au microscope les diverses roches que nous en avions rapportées: nous voudrions exposer ici les principaux résultats de ce travail (¹).

(¹) Notre Mémoire détaillé doit paraître prochainement dans les *Archives des Missions scientifiques et littéraires*, t. XVI.

» Les éléments géologiques que l'on rencontre à Mételin sont les suivants :

» 1° *Schistes métamorphiques* (ou micaschistes) avec marbres intercalés ;

» 2° *Roches éruptives.* — Trachytes rhyolithiques, andésites avec obsidiennes et conglomérats andésitiques, labradorites, basaltes, péridotites, serpentines, etc.... ;

» 3° *Terrains sédimentaires.* — Calcaire miocène lacustre avec bancs de lignite, sables et poudingues probablement pliocènes, alluvions anciennes et récentes.

» Si l'on cherche d'abord quelles sont l'allure générale et la disposition géographique de ces trois séries de formations, on voit que l'ossature primitive de l'île a été formée par les schistes métamorphiques et marbres auxquels un plissement ancien a imprimé une direction du nord-nord-est au sud-sud-ouest. Ces schistes et marbres constituent à l'est de l'île une large bande comprise entre deux droites du nord-nord-est au sud-sud-ouest passant, l'une à 2^{km} à l'est de la ville de Mételin, capitale de l'île, l'autre un peu à l'ouest du mont Olympe, sommet le plus élevé du pays. Les marbres blancs y sont très abondants et composent, en particulier, tout le sommet du mont Olympe.

» A l'est et à l'ouest sont adossées à cette première bande deux zones parallèles de péridotites et serpentines situées, l'une à la pointe extrême vers l'est (cap Malea ou Zeitin), l'autre entre le mont Olympe et le golfe de Kalloni. Ces péridotites, qui présentent de très beaux types pétrographiques, nous ont paru, en raison de leur situation statigraphique et de leur structure, devoir être rattachées aux terrains anciens.

» Toute la partie ouest de l'île est couverte par les roches éruptives tertiaires à texture microlithique et par les conglomérats très abondants qui leur sont associés. Ces conglomérats, disposés par bancs stratifiés, à blocs généralement anguleux et contenant souvent des débris de bois silicifié, plongent dans toute une importante région à partir du mont Orthymnos.

» Enfin les terrains sédimentaires sont réduits à deux étroites bandes de calcaire lacustre miocène, l'une sur la côte est autour de Mételin, l'autre sur la côte nord-ouest vers la pointe Orthymnos, et à quelques alluvions sans importance.

» Au point de vue pétrographique, nous rencontrons deux séries bien distinctes de roches éruptives, les unes à texture cristalline, les autres à texture microlithique.

» La première série comprend des péridotites à enstatite et parfois à pyroxène (lherzolites) et des serpentines qui en dérivent.

» Les péridotites se composent à peu près uniquement de péridot et

d'enstatite passant parfois à la bastite. Quelques échantillons contiennent un peu de pyroxène et un minéral que nous avons considéré comme du diallage; la picotite y est fréquente; un amas important de fer chromé se trouve au milieu de la serpentine.

» Dans la série des roches à texture microlithique nous avons été amené à distinguer les groupes suivants :

» A. *Trachytes rhyolithiques* pouvant être eux-mêmes, soit à sphérolithes calcédonieux, soit à sphérolithes d'orthose. L'absence de cristaux de quartz bipyramidé et de véritables sphérolithes pétrosiliceux, ainsi que la proportion relativement faible de silice contenue, distinguent les plus acides de ces roches des véritables rhyolithes. Des obsidiennes les accompagnent fréquemment.

» B. *Trachy-andésites à mica noir et amphibole.*

» C. *Andésites à mica noir et hornblende.*

» D. *Andésites à pyroxène et mica noir.*

» E. *Andésites à pyroxène et hornblende;* parfois à hornblende seule.

» F. *Trachy-andésites à pyroxène, mica noir et hornblende.*

» G. *Andésites,* parfois augitiques, *à pyroxène et péridot accessoire.*

» H. *Andési-labradorites (parfois augitiques) à pyroxène et mica noir.*

» I. *Labradorites (souvent augitiques) à pyroxène, mica noir et péridot accessoire.*

» K. *Basaltes labradoriques.*

» Nous ferons remarquer, dans cette série, l'abondance du mica noir et le rapprochement fréquent de roches contenant de l'augite du second temps de consolidation avec des roches de même composition qui n'en renferment pas.

» Stratigraphiquement, celles de ces roches dont on peut apprécier les relations d'âge se sont succédé dans l'ordre suivant :

» 1° Trachytes rhyolithiques, type A;

» 2° Obsidiennes, brèches et cinérites;

» 3° Andésites à pyroxène et mica noir (d'Agia Paraskéri), type D;

» 4° Andésites de Tirana et du mont Tavros, type D;

» 5° Andésites à pyroxène et hornblende (d'Agra), type E;

» 6° Labradorites à pyroxène, mica noir et peut-être péridot (de Paraquila), type I;

» 7° Basaltes des environs de Mételin recoupant le calcaire lacustre miocène, type K.

» Il est assez frappant que cette classification stratigraphique concorde aussi complètement avec la classification pétrographique précédente, fondée principalement sur la nature des feldspaths microlithiques, c'est-à-dire sur le degré d'acidité de la pâte. On doit en conclure que la basicité

des coulées a été ici sans cesse en croissant avec le temps. Or on sait que, tout au contraire, en Auvergne, les travaux de MM. Fouqué et Michel Lévy ont mis nettement en évidence l'existence de deux séries récurrentes, d'un retour acide après les premiers basaltes. S'il est permis d'établir quelque assimilation entre ces deux régions, il peut sembler ici que nous ayons seulement affaire à l'une de ces deux séries, qui nous paraît être la seconde ou la plus jeune. Cette considération est un des motifs qui nous portent à considérer les éruptions de Mételin comme très récentes; elles seraient, d'après nous, au moins miocènes, peut-être pliocènes et contemporaines sans doute du mouvement de dislocation qui a déterminé la formation de la mer Égée dans une région où il n'y avait précédemment qu'une grande plaine marécageuse avec des lacs peu profonds. »

M. **Le Guen** adresse une Note relative à un nouveau télégraphe imprimant.

La séance est levée à 4 heures et demie. M. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 20 janvier 1890.

Description des machines et procédés pour lesquels des brevets d'invention ont été pris sous le régime de la loi du 5 juillet 1844, publiée par les ordres de M. le Ministre du Commerce et de l'Industrie. Tomes LVI, LVII et LVIII. Paris, Imprimerie nationale, 1889; 3 vol. in-4°.

Table par ordre alphabétique des inventeurs. Année 1884. Tome LIII. Paris, Imprimerie nationale, 1889; br. in-4°.

Herbier des Hépatiques de France. Fascicule VIII (nos 176-200), publié par Arnell, Bernet, Dusén, Hy, Jack, Tolf. T. Husnot, à Cahan, par Athis (Orne).

La vie du soldat au point de vue de l'hygiène; par le Dr E. Ravenez. Paris, J.-B. Baillière et fils, 1889; 1 vol. in-16. (Deux exemplaires.) (Envoyé au concours Bellion.)

Société des Sciences médicales de Gannat. — Compte rendu des travaux de l'année 1888-1889. Paris, A. Delahaye et E. Lecrosnier, 1889; 1 vol. in-8°.

Sur certains groupes fuchsiens et sur une extension de la théorie des formes quadratiques; par M. X. Stouff; br. in-4°.

Journal du Ciel. Directeur : Joseph Vinot, 1889; 1 vol. in-4°.

Traité élémentaire de l'énergie électrique; par E. Hospitalier. Tome premier. Paris, G. Masson, 1890; 1 vol. gr. in-8°. (Présenté par M. Schützenberger.)

Guide pratique de l'amateur électricien pour la construction de tous les appareils électriques; par E. Keignart. Paris, J. Michelet, 1890; 1 vol. in-18.

Notices extraites de l'Annuaire de l'Observatoire royal de Bruxelles pour 1890; *par* F. Folie. Bruxelles, F. Hayez, 1890; br. in-18.

Note sur l'existence d'un gésier et sur sa structure dans la famille des Scolopendrides; par Victor Willem. Bruxelles, F. Hayez, 1889; br. in-8°.

Proceedings of the Royal Physical Society. Session 1888-1889. Edinburgh, M' Farlane and Erskine, 1889; 1 vol. in-8°.

Il teorema del parallelogramma delle forze dimostrato erroneo. Giuseppe Casazza. Brescia, Savoldi, 1890; br. in-8°.

Atti della reale Accademia delle Scienze fisiche e matematiche. Serie seconda. Vol. III. Napoli, Tip. della reale Accademia, 1889; 1 vol. gr. in-4°.

Monographs of the United States Geological Survey. Volume XIII (Becker : *Geology of the quicksilver deposits of the Pacific Slope*). Volume XIV (Newberry : *Fossil fishes and fossil plants*). Washington, Government printing Office, 1888; 2 vol. in-4° et un atlas in-f°.

Publications périodiques.

Nouvelles Annales de Mathématiques; par MM. Brisse et Rouché. — *Marseille médical.* — *Journal de l'éclairage au gaz.* — *Journal du gaz et de l'électricité.* — *L'Éclairage.* — *Le Gaz.* — *Le Messager agricole* (Montpellier). — *Bulletin de la Société d'Agriculture, Sciences et Arts de la Sarthe.* — *Annales des maladies de l'oreille, du larynx, du nez et du pharynx.* — *Recueil de Médecine vétérinaire,* publié à l'École d'Alfort. — *Annales télégraphiques.* — *Statistique de Législation comparée* (*Bulletin du Ministère des Travaux publics*). — *Revue bibliographique universelle* (*Polybiblion*). — *Revue internationale des falsifications* (Amsterdam). — *British medical Journal.* — *The Observatory, a monthly review of Astronomy.* — *Bollettino mensuale* pubbli-

cato per cura dell' osservatorio centrale del real Collegio Carlo Alberto in Moncalieri. — *Bulletin of the United States Geological Survey.*

ERRATA.

(Séance du 23 décembre 1889.)

Note de M. *Wada,* Tremblement de terre de l'île Kioushou, au Japon :

Tome CIX, page 978, ligne 2 en remontant, *au lieu de* $9^h 40^m$, *lisez* $11^h 40^m$.
Page 979, ligne 3, *au lieu de* $9^h 43^m 20^s$, *lisez* $11^h 43^m 20^s$.

(Séance du 13 janvier 1890.)

Observations de M. *Cornu,* relatives à la Communication de MM. *Ed. Sarasin* et *L. de la Rive :*

Page 75, 9e ligne en remontant, *au lieu de* électrique, *lisez* élastique; 6e ligne en remontant, *au lieu de* l'état oscillatoire de la charge électrique, *lisez* la périodicité apparente de l'état électrique.

On souscrit à Paris, chez GAUTHIER-VILLARS ET FILS,
Quai des Grands-Augustins, n° 55.

Depuis **1835** les **COMPTES RENDUS** hebdomadaires paraissent régulièrement le *Dimanche*. Ils forment, à la fin de l'année, deux volumes in-4°. Deux Tables, l'une par ordre alphabétique de matières, l'autre par ordre alphabétique de noms d'Auteurs, terminent chaque volume. L'abonnement est annuel et part du 1er janvier.

Le prix de l'abonnement est fixé ainsi qu'il suit :

Paris : **20** fr. — Départements : **30** fr. — Union postale : **34** fr. — Autres pays : les frais de poste extraordinaires en sus.

On souscrit, dans les Départements,

	chez Messieurs :
Agen	Michel et Médan.
Alger	Gavault St-Lager. Jourdan. Ruff.
Amiens	Hecquet-Decobert.
Angers	Germain et Grassin. Lachèse et Dolbeau.
Bayonne	Jérôme.
Besançon	Jacquard.
Bordeaux	Avrard. Chaumas. Vincent. Muller (G.).
Bourges	David.
Brest	Lefournier. F. Robert. J. Robert. Ve Uzel Caroff.
Caen	Baër. Massif.
Chambéry	Perrin.
Cherbourg	Henry.
Clermont-Ferr...	Rousseau. Ribou-Collaye.
Dijon	Lamarche. Ratel. Damidot.
Douai	Lauverjat. Crépin.
Grenoble	Drevet. Gratier.
La Rochelle	Robin.
Le Havre	Bourdignon. Dombre.
Lille	Ropiteau. Lefebvre. Quarré.
Lorient	Gosse. Mme Texier.
Lyon	Beaud. Georg. Mégret. Palud. Vitte et Périssel.
Marseille	Millaud.
Montpellier	Calas. Coulet.
Moulins	Martial Place.
Nancy	Sordoillet. Grosjean-Maupin. Sidot frères.
Nantes	Loiseau. Mme Veloppé.
Nice	Barma. Visconti et Cie.
Nîmes	Thibaud.
Orléans	Luzeray.
Poitiers	Blanchier. Druineaud.
Rennes	Plihon et Hervé.
Rochefort	Boucheron - Rossignol.
Rouen	Langlois. Lestringant.
St-Étienne	Chevalier.
Toulon	Bastide. Rumèbe.
Toulouse	Gimet. Privat.
Tours	Boisselier. Péricat. Suppligeon.
Valenciennes	Giard. Lemaître.

On souscrit, à l'Étranger,

	chez Messieurs :
Amsterdam	Robbers. Feikema Caarchen et Cie.
Athènes	Wilberg.
Barcelone	Verdaguer. Piaget.
Berlin	Asher et Cie. Calvary et Cie. Friedlander et fils. Mayer et Müller.
Berne	Schmid, Francke et Cie.
Bologne	Zanichelli et Cie.
Bruxelles	Ramlot. Mayolez. Falk.
Bucharest	Haimann. Ranisteanu.
Budapest	Kilian.
Cambridge	Deighton, Bell et Co.
Christiania	Cammermeyer.
Constantinople	Lorentz et Keil.
Copenhague	Höst et fils.
Florence	Lœscher et Seeber.
Gand	Hoste.
Gênes	Beuf.
Genève	Cherbuliez. Georg. Stapelmohr.
La Haye	Belinfante frères.
Lausanne	Benda. Payot.
Leipzig	Barth. Brockhaus. Lorentz. Max Rübe. Twietmeyer.
Liège	Brandt. Gnusé.
Londres	Dulau. Nutt.
Luxembourg	V. Bück.
Madrid	Fuentès et Capdeville. Librairie Gutenberg. Gonzalès e hijos. Yravedra. F. Fé.
Milan	Dumolard frères. Hœpli.
Moscou	Gautier.
Naples	Furcheim. Marghieri di Gius. Pellerano.
New-York	Christern. Westermann.
Odessa	Rousseau.
Oxford	Parker et Cie.
Palerme	Clausen.
Porto	Magalhaès.
Prague	Rivnac.
Rio-Janeiro	Garnier.
Rome	Bocca frères. Loescher et Cie.
Rotterdam	Kramers et fils.
Stockholm	Samson et Wallin.
St-Pétersbourg	Librairie Française. Wolff.
Turin	Bocca frères. Brero. Clausen. Rosenberg et Sellier.
Varsovie	Gebethner et Wolff.
Vérone	Drucker.
Vienne	Frick. Gerold et Cie.
Zürich	Meyer et Zeller.

TABLES GÉNÉRALES DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES :

Tomes **1er** à **31**. — (3 Août 1835 à 31 Décembre 1850.) Volume in-4°; 1853. Prix .... **15** fr.
Tomes **32** à **61**. — (1er Janvier 1851 à 31 Décembre 1865.) Volume in-4°; 1870. Prix .... **15** fr.
Tomes **62** à **91**. — (1er Janvier 1866 à 31 Décembre 1880.) Volume in-4°; 1889. Prix .... **15** fr.

SUPPLÉMENT AUX COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES :

Tome I : Mémoire sur quelques points de la Physiologie des Algues, par MM. A. Derbes et A.-J.-J. Solier. — Mémoire sur le Calcul des Perturbations qu'éprouvent les Comètes, par M. Hansen. — Mémoire sur le Pancréas et sur le rôle du suc pancréatique dans les phénomènes digestifs, particulièrement dans la digestion des matières grasses, par M. Claude Bernard. Volume in-4°, avec 32 planches; 1856 .... **15** fr.

Tome II : Mémoire sur les vers intestinaux, par M. P.-J. Van Beneden. — Essai d'une réponse à la question de Prix proposée en 1850 par l'Académie des Sciences pour le concours de 1853, et puis remise pour celui de 1856, savoir : « Étudier les lois de la distribution des corps organisés fossiles dans les différents terrains sédimentaires, suivant l'ordre de leur superposition. — Discuter la question de leur apparition ou de leur disparition successive ou simultanée. — Rechercher la nature des rapports qui existent entre l'état actuel du règne organique et ses états antérieurs », par M. le Professeur Bronn. In-4°, avec 27 planches; 1861... **15** fr.

A la même Librairie les Mémoires de l'Académie des Sciences, et les Mémoires présentés par divers Savants à l'Académie des Sciences.

N° 3.

TABLE DES ARTICLES. (Séance du 20 janvier 1890.)

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

NOMINATIONS.

CORRESPONDANCE.

PARIS. — IMPRIMERIE GAUTHIER-VILLARS ET FILS,
Quai des Grands-Augustins, 55

1890

PREMIER SEMESTRE.

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

TOME CX.

N° 4 (27 Janvier 1890).

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS ET FILS, IMPRIMEURS-LIBRAIRES

DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

Quai des Grands-Augustins. 55.

1890

RÈGLEMENT RELATIF AUX COMPTES RENDUS,

ADOPTÉ DANS LES SÉANCES DES 23 JUIN 1862 ET 24 MAI 1875.

Les *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie* se composent des extraits des travaux de ses Membres et de l'analyse des Mémoires ou Notes présentés par des savants étrangers à l'Académie.

Chaque cahier ou numéro des *Comptes rendus* a 48 pages ou 6 feuilles en moyenne.

26 numéros composent un volume.

Il y a deux volumes par année.

ARTICLE 1er. — *Impression des travaux de l'Académie.*

Les extraits des Mémoires présentés par un Membre ou par un Associé étranger de l'Académie comprennent au plus 6 pages par numéro.

Un Membre de l'Académie ne peut donner aux *Comptes rendus* plus de 50 pages par année.

Les communications verbales ne sont mentionnées dans les *Comptes rendus*, qu'autant qu'une rédaction écrite par leur auteur a été remise, séance tenante, aux Secrétaires.

Les Rapports ordinaires sont soumis à la même limite que les Mémoires; mais ils ne sont pas compris dans les 50 pages accordées à chaque Membre.

Les Rapports et Instructions demandés par le Gouvernement sont imprimés en entier.

Les extraits des Mémoires lus ou communiqués par les correspondants de l'Académie comprennent au plus 4 pages par numéro.

Un Correspondant de l'Académie ne peut donner plus de 32 pages par année.

Dans les *Comptes rendus*, on ne reproduit pas les discussions verbales qui s'élèvent dans le sein de l'Académie; cependant, si les Membres qui y ont pris part désirent qu'il en soit fait mention, ils doivent rédiger, séance tenante, des Notes sommaires, dont ils donnent lecture à l'Académie avant de les remettre au Bureau. L'impression de ces Notes ne préjudicie en rien aux droits qu'ont ces Membres de lire, dans les séances suivantes, des Notes ou Mémoires sur l'objet de leur discussion.

Les Programmes des prix proposés par l'Académie sont imprimés dans les *Comptes rendus*, mais les Rapports relatifs aux prix décernés ne le sont qu'autant que l'Académie l'aura décidé.

Les Notices ou Discours prononcés en séance publique ne font pas partie des *Comptes rendus*.

ARTICLE 2. — *Impression des travaux des Savants étrangers à l'Académie.*

Les Mémoires lus ou présentés par des personnes qui ne sont pas Membres ou Correspondants de l'Académie peuvent être l'objet d'une analyse ou d'un résumé qui ne dépasse pas 3 pages.

Les Membres qui présentent ces Mémoires sont tenus de les réduire au nombre de pages requis. Le Membre qui fait la présentation est toujours nommé; mais les Secrétaires ont le droit de réduire cet Extrait autant qu'ils le jugent convenable, comme ils le font pour les articles ordinaires de la correspondance officielle de l'Académie.

ARTICLE 3.

Le *bon à tirer* de chaque Membre doit être remis à l'imprimerie le mercredi au soir, ou, au plus tard, le jeudi à 10 heures du matin; faute d'être remis à temps, le titre seul du Mémoire est inséré dans le *Compte rendu* actuel, et l'extrait est renvoyé au *Compte rendu* suivant, et mis à la fin du cahier.

ARTICLE 4. — *Planches et tirage à part.*

Les *Comptes rendus* n'ont pas de planches.

Le tirage à part des articles est aux frais des auteurs; il n'y a d'exception que pour les Rapports et les Instructions demandés par le Gouvernement.

ARTICLE 5.

Tous les six mois, la Commission administrative fait un Rapport sur la situation des *Comptes rendus* après l'impression de chaque volume.

Les Secrétaires sont chargés de l'exécution du présent Règlement.

Les Savants étrangers à l'Académie qui désirent faire présenter leurs Mémoires par MM. les Secrétaires perpétuels sont priés de les déposer au Secrétariat au plus tard le Samedi qui précède la séance, avant 5h. Autrement la présentation sera remise à la séance suivante

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 27 JANVIER 1890,

PRÉSIDENCE DE M. HERMITE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ANATOMIE GÉNÉRALE. — *Des clasmatocytes.* Note de M. L. **Ranvier**.

« Je donne le nom de *clasmatocytes* (κλάσμα, ατος, fragment, et κύτος, cellule) à des éléments particuliers que l'on observe sans difficulté au microscope, à l'aide d'un grossissement moyen, dans les membranes connectives minces des Vertébrés, quand on les a préparées par le procédé suivant : la membrane (grand épiploon des Mammifères, mésentère des Batraciens anoures ou urodèles, etc.) étant convenablement tendue sur une lame de verre porte-objet, on laisse tomber à sa surface quelques gouttes d'une solution d'acide osmique à 1 pour 100. Au bout d'une à deux minutes, on lave à l'eau distillée et on colore avec le violet de méthyle BBBBB en solution étendue (1 partie de la solution concentrée pour 10 parties d'eau distillée).

» La coloration des éléments se produit facilement et rapidement, si l'action de l'acide osmique n'a pas été trop prolongée. Lorsque la coloration est suffisante, ce dont on juge en examinant à un faible grossissement, on recouvre d'une lamelle et l'on procède à l'examen avec un grossissement plus fort. On peut aussi ajouter de la glycérine pour rendre la préparation persistante, mais il se produit alors une diffusion de la matière colorante qui nuit à la netteté des détails.

» Il est préférable d'examiner la membrane placée dans la solution colorée ou dans l'eau qu'on lui a substituée.

» C'est chez les Urodèles (Triton crêté, Salamandre maculée, etc.) que les clasmatocytes ont les plus grandes dimensions et présentent les caractères spécifiques les plus accusés. Ils s'y montrent sous la forme de cellules fusiformes ou arborisées, dont la longueur peut atteindre 1^{mm}. Ce sont des cellules colossales. Sous l'influence du violet de méthyle BBBBB, elles se sont colorées en violet tirant sur le rouge, et cette teinte est tellement vive que d'emblée elle attire l'attention sur ces singuliers éléments. Leurs noyaux sont colorés plus faiblement que leur protoplasma et revêtent une teinte bleuâtre. Leurs prolongements sont simples ou ramifiés; ils ne s'anastomosent pas pour former un reticulum, contrairement à ceux des cellules pigmentaires que l'on observe parfois à côté, dans le champ du microscope; ils ont un trajet plus ou moins sinueux et sont alternativement renflés et rétrécis (moniliformes). Les parties renflées ont un volume variable, sont irrégulières et contiennent des granulations fines, arrondies et pressées les unes contre les autres. Les parties rétrécies sont souvent très réduites et se voient alors seulement à un grossissement fort comme de minces filaments. Ceux-ci peuvent disparaître, de telle sorte que des portions de la cellule se sont détachées de son corps et sont devenues indépendantes. Ainsi se forment, dans le voisinage immédiat des clasmatocytes et surtout à l'extrémité de leurs prolongements, des îlots de granulations, de volume variable, répandues dans les mailles du tissu conjonctif. Cette sorte de sécrétion par effritement du protoplasma me paraît être le caractère essentiel des éléments qui nous occupent, et c'est pour cela que je les ai appelés *clasmatocytes*. Je proposerai de désigner sous le nom de *clasmatose* ce mode particulier de sécrétion.

» Chez les Batraciens anoures, les clasmatocytes ne sont ni aussi grands ni aussi ramifiés que chez les urodèles. Chez les Mammifères, les fusiformes sont les plus nombreux. Chez tous les animaux où je les ai examinés, j'ai vu leurs prolongements, quel qu'en soit le nombre, se terminer

par des bourgeons. J'ai vu également des bourgeons se former sur leurs parties latérales. Ces bourgeons se détachent, se fragmentent et produisent des grains.

» Le nombre des clasmatocytes est variable. Chez la Grenouille rousse (*R. temporaria*), dans une membrane extrêmement mince, qui entoure l'œsophage et qui sépare la cavité pleuropéritonéale d'un sac lymphatique périœsophagien, j'en ai compté une centaine par millimètre carré. Dans le grand épiploon du Lapin, il y en a bien davantage. J'estime que dans le tissu conjonctif des Mammifères ils sont au nombre de plusieurs milliers par millimètre cube. Ces chiffres approximatifs donnent une idée de l'importance de la clasmatose dans l'organisme des animaux à sang chaud. Chez les animaux à sang froid, surtout dans cette saison, son rôle semble beaucoup plus réduit.

» Si l'on examine au microscope, à l'état vivant, dans la chambre humide, tendu au moyen de l'anneau de platine [1], le mésentère du Triton crêté, on y voit des groupes de granulations disposées dans un ordre systématique et dont l'ensemble correspond à un clasmatocyte. On n'y observe aucun déplacement, aucun mouvement que l'on puisse qualifier d'amiboïde. Les clasmatocytes ne sont donc pas des cellules migratrices et cependant ils proviennent de cellules lymphatiques, de leucocytes, qui, après être sortis des vaisseaux sanguins, ont voyagé dans les interstices du tissu conjonctif. La comparaison des formes intermédiaires autorise à le dire.

» On peut, en effet, observer dans une même membrane, préparée suivant la méthode indiquée plus haut, reposant sur l'emploi de l'acide osmique et du violet de méthyle, des cellules toutes colorées également et d'une manière vive en violet tirant sur le rouge, ayant toutes les noyaux tortueux ou bosselés caractéristiques des cellules lymphatiques et ayant, les unes, la forme et les dimensions des leucocytes ordinaires; d'autres, une forme plus compliquée et un volume un peu plus considérable: d'autres, plus volumineuses encore, dont les prolongements plus ou moins nombreux, plus ou moins compliqués, les rapprochent des clasmatocytes. Ces derniers éléments sont donc des leucocytes ayant évolué dans une direc-

---

(1) *Traité technique d'Histologie*, 2e édition, p. 62. L'emploi de l'anneau de platine est particulièrement important dans cette expérience, parce que le mésentère des Batraciens urodèles contient un plexus de fibres musculaires lisses dont la contraction détermine le retrait de la membrane.

tion particulière. Autrement dit, les cellules embryonnaires des clasmatocytes sont des leucocytes [1].

» Il ne faudrait pas croire pour cela que tous les leucocytes deviennent des clasmatocytes. On sait, en effet, que les leucocytes sortis du sang peuvent être entraînés par les produits de sécrétion et être ainsi perdus pour l'organisme. On sait également qu'ils peuvent rentrer dans le sang, après avoir parcouru le chemin compliqué que leur offre le système lymphatique. Ils peuvent ainsi subir au sein de l'organisme des modifications qui les éloignent encore davantage de leur type primitif que les clasmatocytes eux-mêmes. J'y reviendrai dans un autre travail.

» Si maintenant nous déterminons, au moyen du micromètre, le volume de la masse de protoplasma d'un leucocyte ordinaire et d'un clasmatocyte bien développé, chez le Triton crêté ou la Salamandre maculée, nous arrivons à des chiffres bien surprenants. Le protoplasma du clasmatocyte est au moins cent fois plus volumineux que celui du leucocyte. Par conséquent, le leucocyte, sorti des vaisseaux sanguins par diapédèse et établi dans les mailles du tissu conjonctif, s'y nourrit, s'y engraisse, émet des pseudopodes et subit l'évolution particulière qui en fait un clasmatocyte,

---

(1) On doit se demander quel rapport existe entre les clasmatocytes, les *Plasmazellen* de Waldeyer et les *Mastzellen* d'Ehrlich. Waldeyer (*Arch. für mikr. Anat.*, t. 11, p. 176; 1875) a désigné sous le nom de *Plasmazellen* les cellules arrondies situées dans le voisinage des vaisseaux sanguins, les cellules interstitielles du testicule, les cellules des capsules surrénales, etc. Ehrlich [*Beiträge zur Kenntniss der granulirten Bindegewebszellen und der eosinophilen Leucocyten* (*Arch. für Anat. u. Physiol.*, 1879, Phys. Abth., p. 166)], ayant traité par les couleurs basiques d'aniline les cellules de Waldeyer, a reconnu qu'elles n'étaient pas toutes semblables. Certaines d'entre elles se coloraient seulement : ce sont ses cellules anilinophiles ou *Mastzellen*. Il les fait provenir des cellules fixes du tissu conjonctif. Raudnitz [*Beitrag zur Kenntniss der im Bindegewebe vorkommenden Zellen* (*Arch. für mikr. Anat.*, t. 22, p. 228; 1883)], ayant employé dans ses recherches le violet de méthyle B, a observé dans le tissu conjonctif des cellules qui se colorent en rouge sous l'influence de ce réactif et qu'il a considérées comme les *Mastzellen* d'Ehrlich. Il leur a trouvé différentes formes : elles seraient globuleuses, aplaties, avec des ailettes ou des prolongements. Il vit autour de quelques-unes d'entre elles des granulations semblables à celles qui étaient dans leur intérieur. Je ne peux donner ici à cet historique un plus grand développement; mais, cependant, je dois faire remarquer que, si le dernier de ces auteurs avait étendu ses recherches aux membranes séreuses des Batraciens urodèles et si, avant de colorer les tissus, il les avait fixés par l'acide osmique, il eût sans doute reconnu l'origine lymphatique des clasmatocytes, leur caractère spécifique et leur effritement.

pour abandonner par fragmentation, par effritement, une partie de sa substance qui très probablement est utilisée par l'organisme. J'ai institué, pour contrôler cette hypothèse, des expériences dont je ferai plus tard l'objet d'une nouvelle Communication. »

GÉOMÉTRIE. — *Note sur le théorème d'Euler dans la théorie des polyèdres;* par M. DE JONQUIÈRES.

« I. Dans l'étude de cette question il convient, après avoir invoqué les hautes autorités de Cauchy, de Poinsot et de M. Camille Jordan ([1]), d'examiner les objections présentées par Lhuilier, dans un travail connu par l'analyse très détaillée qu'en a faite Gergonne au tome III des *Annales de Mathématiques* pour 1812 et 1813, pages 169 à 191.

» Ce géomètre estimé, après avoir donné du théorème d'Euler une démonstration générale, qui lui est propre ([2]), consacre la seconde Partie

---

([1]) *Recherches sur les polyèdres,* par Camille Jordan (*Journal de Crelle-Borchardt,* t. 66, année 1866, p. 22). Cet important et profond Mémoire, dont la seconde Partie est insérée au tome 68 du même Recueil, a pour objet la détermination des conditions de similitude des *aspects directs* ou *rétrogrades*, d'un même polyèdre. Le savant auteur y donne (p. 38) une démonstration simple et générale du théorème d'Euler, fondée sur des considérations nouvelles, et la fait suivre de cette remarque : « Ce théorème est caractéristique des polyèdres *simples* ou *eulériens* (comme il les » nomme), c'est-à-dire (p. 35) tels que tout *contour* fermé tracé sur leur surface et » ne se traversant pas lui-même divise cette surface en deux régions séparées; caté- » gorie qui enferme comme cas particulier les polyèdres convexes. » Puis il ajoute (p. 38) : « Il serait aisé de démontrer que si l'on peut tracer sur un polyèdre λ con- » tours différents, ne se coupant pas mutellement et ne divisant pas la surface en par- » ties séparées, on aura $S + H = A + 2 - 2\lambda$. » Enfin M. Jordan donne plus loin (p. 86) cette autre définition des polyèdres simples : « Une *surface* sera dite *d'espèce* » (m, n) si elle est limitée par m contours fermés et si l'on peut, d'autre part, y tracer » n contours fermés ne se coupant pas eux-mêmes ni mutuellement, sans la partager » en deux régions distinctes, etc. En posant $m = 0$ et faisant varier n, on aura les » diverses espèces de *polyèdres* fermés. Les polyèdres de l'espèce (0, 0) ne sont » autres que ceux que j'ai appelés précédemment *simples* ou *eulériens.* » C'est là sans doute que se trouve le dernier mot de la question.

([2]) Gergonne dit à ce sujet : « Quelque simple que soit cette démonstration, on lui préférera peut-être encore, avec raison, la belle démonstration de M. Cauchy, qui a le précieux avantage de ne supposer nullement que le polyèdre soit convexe. » (*Loc. cit.*, p. 179.)

du Mémoire à la discussion des exceptions que, selon lui, souffre cette proposition. Il dit dans son Introduction :

» Je me propose principalement de montrer que ce théorème souffre des exceptions nombreuses, et qu'il n'est vrai, d'une manière générale, que pour les polyèdres qui n'ont point de parties rentrantes..., ceux qu'on a coutume de considérer principalement dans les éléments.... A moins donc qu'on n'avertisse (ainsi que le fait Legendre) qu'on s'occupe exclusivement des polyèdres convexes, on s'expose à donner comme générales des conclusions qui ne sont applicables qu'au point de vue particulier sous lequel on a envisagé le sujet. (*Loc. cit.*, p. 171.)

» II. Les cas d'exception proposés par Lhuilier sont au nombre de trois; ils diffèrent d'ailleurs des deux que j'ai fait connaître dans ma Communication du 20 janvier dernier (*Comptes rendus*, t. CX, p. 110). Les voici dans l'ordre où il les présente, avec la réponse que chacun d'eux me paraît comporter :

» 1° La première sorte d'exception a lieu lorsque le polyèdre renferme une cavité intérieure, c'est-à-dire lorsqu'il est compris entre deux surfaces isolées et entièrement renfermées l'une dans l'autre; .... Dans un tel polyèdre, on a $S + H = A + 4$. S'il y a n cavités intérieures, on a $S + H = A + 2(n + 1)$. (*Loc. cit.*, p. 184.)

» A cette assertion, exacte en elle-même, on doit répondre qu'un tel *système* n'est pas proprement *un* polyèdre, mais bien l'ensemble de *deux*, ou de *plusieurs* polyèdres distincts, l'un plein, les autres vides, indépendants l'un de l'autre, n'ayant pas même en commun un point ou une droite. Un polyèdre, du moins au point de vue classique, ne mérite ce nom que si, avant tout, un point peut se mouvoir avec continuité sur sa surface; ce qui n'est pas ici le cas.

» Cette première exception peut donc être écartée, comme concernant un solide *singulier*, étranger à la catégorie des polyèdres ordinaires ou simples.

» 2° La seconde sorte d'exception a lieu lorsque le polyèdre est *annulaire*, c'est-à-dire lorsqu'étant d'ailleurs compris sous une surface unique, il a une ouverture qui le traverse de part en part (*loc. cit.*, p. 185); .... Dans un tel polyèdre, on a $S + H = A$. S'il y a n ouvertures pareilles, la formule est $S + H = A - 2(n - 1)$. (*Ibid.*, p. 186.)

» Le corps polyédrique dont il s'agit ici n'est point non plus un véritable polyèdre dans l'acception ordinaire du mot; car, si, par un point pris arbitrairement à l'intérieur de l'un des *tunnels* qui traversent le solide *de part en part*, on mène un plan quelconque, la section du solide par ce plan se composera toujours d'au moins deux polygones distincts, complè-

tement isolés l'un de l'autre; ce qui peut bien arriver dans un polyèdre ordinaire pour *certaines* positions du plan sécant, mais non pas pour *toutes*.

» Donc, ici encore, la conclusion, juste en elle-même, s'applique à un solide qu'on peut écarter par le même motif que ci-dessus.

» III. Reste la troisième objection qui est, aux yeux de Lhuilier et de Gergonne, la plus grave des trois, et qui porterait une sérieuse atteinte à la généralité de l'énoncé d'Euler, si elle était fondée; je vais prouver qu'elle ne l'est pas.

» En ce qui la concerne, Gergonne s'exprime ainsi :

» J'avais depuis longtemps remarqué ces deux premières sortes d'exceptions; mais M. Lhuilier est, je crois, le premier qui ait fait attention à la troisième; et elle devait d'autant plus facilement échapper à l'observation des géomètres, que les polyèdres auxquels elle est relative ne paraissent pas différer essentiellement de ceux que l'on est dans l'usage de considérer. Elle a lieu ... lorsque le polyèdre résulte de l'union de deux autres polyèdres, par deux faces inégales, dont la plus petite se trouve entièrement comprise dans la plus grande (*loc. cit.*, p. 186), ou de la répétition du même fait dans le polyèdre : « ... Dans un tel polyèdre, on a $S + H = A + 2 + n$, n étant » le nombre des polygones, extérieurs les uns aux autres, mais tous ensemble inté- » rieurs à celui qui joue le rôle de face enveloppante. » (*Ibid.*, p. 187.)

» D'après cette conclusion, la somme $S + H$ pourrait, selon le cas, excéder $A + 2$ d'un nombre n quelconque; ce qui ferait une brèche considérable à l'énoncé d'Euler.

» J'ai déjà, dans ma Note précitée, indiqué la manière de raisonner en pareil cas, en fournissant un exemple confirmatif. Il faut prouver ici, d'une façon générale, que la formule d'Euler s'applique à deux polyèdres soudés l'un à l'autre dans les conditions de l'énoncé, et, par suite, à autant de polyèdres qu'on voudra, unis ensemble de la même manière.

» Or la formule étant vraie pour chacun des deux polyèdres, considérés isolément, on aurait dans le système qu'ils forment ensemble, en les y supposant d'abord indépendants, $S + H = A + 4$. Il suffit donc de prouver que le fait de leur union intime, ou soudure, diminue de deux unités la différence $(S + H) - A$, et la réduit ainsi à 2. En effet, si l'on joint par des droites tous les sommets du polygone intérieur p (face de l'un π des deux polyèdres) aux sommets du polygone enveloppant P (face de l'autre polyèdre Π), de telle sorte que la surface annulaire comprise entre p et P se trouve divisée en t triangles; puis, si l'on considère ces droites comme étant des arêtes (supplémentaires) du polyèdre Π, et ces triangles comme étant des faces (supplémentaires) de ce même polyèdre, on se trouvera avoir

remplacé la face unique P de celui-ci par l'ensemble du polygone p et des t triangles. D'autre part, le nombre des arêtes additionnelles est évidemment égal à t, tandis que le nombre des sommets n'a pas varié. Enfin la face p, considérée comme appartenant à Π, disparaît par le fait de sa soudure avec cette même face, regardée comme appartenant à π, et fait disparaître celle-ci du même coup. Donc, en définitive, H est devenu $(H - 2) + t = H'$ et A est devenu $A' = A + t$; d'où $S + H' = A' + 2$.

C. Q. F. D.

» Ainsi l'objection de Lhuilier, adoptée par Gergonne, tombe d'elle-même.

» Un raisonnement analogue s'applique d'ailleurs au cas où le polyèdre π, au lieu de constituer un accroissement ou relief pour le polyèdre Π, formerait une excavation dans ce dernier, pourvu qu'elle ne le traversât point de part en part, circonstance écartée ci-dessus (II, 2°), et par suite aussi au cas où il y aurait dans le polyèdre Π plusieurs excavations pareilles.

» IV. En résumé, l'énoncé d'Euler convient à tous les *polyèdres*, convexes ou non convexes, ceux-ci étant constitués soit par l'agrégation, face contre face (partielle ou non), de polyèdres convexes, soit par leur désagrégation soumise aux mêmes conditions, et il n'est en défaut que pour les polyèdres formés par la simple adhérence de polyèdres convexes soudés arête contre arête (partielle ou non), ou sommet contre sommet, ou bien pour ceux qui possèdent des *chambres* intérieures entièrement closes, ou encore des excavations *à double issue* les traversant de part en part, à la manière d'un tore polyédrique ou d'un tunnel de même nature.

» Il est aisé de voir que les deux derniers cas d'exception rentrent dans la définition d'après laquelle M. Jordan les exclut de la catégorie des polyèdres dits *simples* ou *eulériens*; quant aux deux premiers, on voit immédiatement, en prenant, par exemple (pour plus de simplicité), l'agrégat de deux tétraèdres, ou de deux cubes, soudés soit par une arête, soit par un sommet, qu'on a alors $S + H = A + 3$.

» V. Dans les considérations préliminaires de son Mémoire, Lhuilier, après avoir cité l'énoncé d'Euler, ajoute :

» Dans un premier travail (c'est le Mémoire de 1752-1753), l'auteur, n'ayant pu en trouver la démonstration, se contenta de l'exposer sur plusieurs solides d'espèces différentes, et il présenta comme probable, et comme fondée sur l'analogie seulement, la conclusion tirée de ces cas particuliers à la proposition générale. Dans un second travail sur le même sujet, l'auteur donne enfin la démonstration de sa proposition. Il

la tire de la possibilité de diminuer d'une unité le nombre des angles solides d'un polyèdre, etc. (*Loc. cit.*, p. 170.)

» Cette dernière indication, que je viens seulement de connaître, me permet de rectifier ma précédente assertion qu'Euler n'était pas revenu sur ce sujet postérieurement à 1752. Malheureusement, Lhuilier, qui donne la date et le lieu du premier Mémoire d'Euler, ne donne ni la date, ni le titre du second, ni le nom du Recueil où il se trouve. Je l'ai vainement cherché, avec soin et à deux reprises, dans les nombreux Volumes de la Bibliothèque de l'Institut, où se trouvent les diverses productions d'Euler, ainsi qu'une Table analytique très détaillée de ses travaux publiés tant de son vivant qu'après sa mort (¹). Quoi qu'il en soit, l'affirmation de Lhuilier ne comporte aucun doute; il donne des détails sur le Mémoire et en cite même textuellement cette phrase :

» *Hic modus solidum quodcumque in pyramides resolvendi ad præsens institutum parum confert.* (*Ibid.*, p. 171.)

» Il est donc bien établi qu'Euler a donné, non seulement l'énoncé, mais encore la démonstration de sa fameuse relation. C'est ce qu'avaient dit Legendre dans la *Note* précitée de ses *Éléments*, et Poinsot dans le Mémoire inséré aux *Comptes rendus*, t. XLVI, sans ajouter aucun autre renseignement qui permît de recourir à la démonstration de l'auteur.

» *Post-Scriptum.*— J'eusse désiré mettre à profit la lecture d'un grand Mémoire de M. Listing où, parmi beaucoup d'autres choses, l'auteur s'occupe à son tour de la relation d'Euler et au début duquel on voit cités les écrits de Legendre (1794), de Cauchy (1811), de Lhuilier (1812) et de Cayley (1861). C'est à M. Jordan que j'ai dû (le jour même où je venais de déposer la présente Communication à l'Académie) de connaître l'existence de cet important travail, qui n'occupe pas moins de 86 pages in-4°, avec deux planches gravées. Je suis donc contraint, pour le moment, d'en donner ici le titre seul avec les indications bibliographiques qui permettront aisément au lecteur d'y recourir : *Der Census räumlicher Complexe, oder Verallgemeinerung des Euler'schen Satzes von den Polyedern,* von Johann Benedict Listing (*Mémoires de la Société Royale de Göttingen*, 1862) [écrit en allemand].

» Quant à la *Note* (3 pages in-8°) de M. Cayley, que mentionne M. Listing, elle se trouve au tome XXI du *Philosophical Magazine* (1er semestre de 1861), p. 424. »

(¹) Une seule pièce, mentionnée aux « Dissertations inédites », porte un titre qui peut faire supposer qu'on y trouverait le Mémoire en question, savoir : *Geometrica et spherica quædam;* mais la pièce ne fait point partie des deux premiers Volumes in-folio, où l'on a publié, à Pétersbourg, en 1867, les *Opera minora* d'Euler.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les racines d'une équation algébrique.* Note de M. A. CAYLEY.

« Soit $f(u)$ une fonction rationnelle et entière avec des coefficients réels ou imaginaires, de l'ordre n; en supposant que l'équation $f'(u) = 0$, de l'ordre $n - 1$, ait $n - 1$ racines, je démontre que l'équation $f(u) = 0$ aura n racines. Pour cela, soit $f(u) = f(x + iy) = \mathrm{P} + i\mathrm{Q}$: je suppose que c dénote une quantité positive donnée, et je considère la surface $c - z = \mathrm{P}^2 + \mathrm{Q}^2$, en attribuant à la coordonnée z des valeurs positives; c'est seulement pour avoir des maxima au lieu de minima, et pour faciliter ainsi l'exposition, que je prends cette surface au lieu de $z = \mathrm{P}^2 + \mathrm{Q}^2$. On peut donner à c une valeur si grande que la courbe $c = \mathrm{P}^2 + \mathrm{Q}^2$ soit une courbe fermée qui ne se coupe pas, c'est-à-dire un contour simple : cela étant, on peut se figurer ce contour comme la ligne de rivage d'une île montagneuse; la valeur de z est au plus $= c$, et, en donnant à z une valeur plus petite, $= b$, on a le contour qui correspond à l'altitude b : évidemment, les contours qui correspondent à des altitudes différentes ne se coupent pas. Il s'agit de prouver que l'île a précisément n sommets, chacun de l'altitude c.

» J'écris

$$\frac{d\mathrm{P}}{dx} = \mathrm{X}, \qquad \frac{d\mathrm{P}}{dy} = \mathrm{Y};$$

donc

$$\frac{d\mathrm{Q}}{dx} = -\mathrm{Y}, \qquad \frac{d\mathrm{Q}}{dy} = \mathrm{X}$$

et, de plus,

$$\frac{d\mathrm{X}}{dx} = a, \qquad \frac{d\mathrm{X}}{dy} = \frac{d\mathrm{Y}}{dx} = h, \qquad \frac{d\mathrm{Y}}{dy} = -a,$$

et de là

$$\begin{aligned} \frac{d^2\mathrm{P}}{dx^2} &= a, & \frac{d^2\mathrm{Q}}{dx^2} &= -h, \\ \frac{d^2\mathrm{P}}{dx\,dy} &= h, & \frac{d^2\mathrm{Q}}{dx\,dy} &= a, \\ \frac{d^2\mathrm{P}}{dy^2} &= -a, & \frac{d^2\mathrm{Q}}{dy^2} &= h. \end{aligned}$$

» Cela étant, nous avons

$$-\frac{1}{2}\frac{dz}{dx} = \mathrm{PX} - \mathrm{QY}, \qquad -\frac{1}{2}\frac{dz}{dy} = \mathrm{PY} + \mathrm{QX};$$

on aura un plan tangent horizontal pour $P = 0$, $Q = 0$, ou pour $X = 0$, $Y = 0$; les valeurs $P = 0$, $Q = 0$, appartiennent à la valeur c de z et correspondent à des sommets de montagne de cette altitude c; les valeurs $X = 0$, $Y = 0$ correspondent à des sommets de col. En effet, nous avons

$$-\frac{1}{2}\frac{d^2 z}{dx^2} = Pa - Qh + X^2 + Y^2,$$

$$-\frac{1}{2}\frac{d^2 z}{dx\,dy} = Ph + Qa,$$

$$-\frac{1}{2}\frac{d^2 z}{dy^2} = -Pa + Qh + X^2 + Y^2;$$

donc

$$\frac{1}{4}\left[\frac{d^2 z}{dx^2}\frac{d^2 z}{dy^2} - \left(\frac{d^2 z}{dx\,dy}\right)^2\right] = (X^2 + Y^2)^2 - (Pa - Qh)^2 - (Ph + Qa)^2$$
$$= (X^2 + Y^2)^2 - (P^2 + Q^2)(a^2 + h^2),$$

valeur positive pour $P = 0$, $Q = 0$; négative pour $X = 0$, $Y = 0$.

» A présent, nous avons $f'(x + iy) = X - iY$; donc, en supposant que l'équation $f'(x + iy) = 0$ ait $n - 1$ racines, il y aura $n - 1$ systèmes de valeurs réelles de x, y qui satisfont aux équations $X = 0$, $Y = 0$; pour chaque système, il y aura des valeurs déterminées de P, Q et de là aussi de z; ces valeurs de z seront en général différentes. Ainsi il y aura dans l'île $n - 1$ cols, dont les altitudes seront en général différentes : soient $c_1, c_2, \ldots, c_{n-1}$ ces altitudes, commençant avec la plus petite.

» Pour $z = 0$, nous avons un contour simple, et de même pour une valeur quelconque plus petite que c_1; mais, pour $z = c_1$, nous avons un col; le contour est une courbe, figure de 8; en donnant à z une valeur un peu plus grande, le contour se divise en deux courbes fermées, ou bien contours simples, extérieurs l'un à l'autre. Pour $z = c_2$, nous avons encore un col; l'un des contours simples s'est changé en figure de 8, et, pour une valeur un peu plus grande, le contour se divise en trois contours simples, chacun extérieur aux autres. En continuant de cette manière, on a, pour c_{n-1}, le col le plus haut; le contour est composé de $n - 2$ contours simples et d'une figure de 8; et, en donnant à z une valeur un peu plus grande, on obtient un contour composé de n contours simples, chacun extérieur aux autres. Enfin, en faisant croître z, chacun des contours simples doit se réduire à un point, c'est-à-dire qu'il doit y avoir précisément n sommets de montagne; mais il n'y a pas de sommet de montagne, sinon pour la valeur $z = c$; donc il y a précisément n sommets de montagne, chacun de

l'altitude c. On suppose toujours que l'équation $f'(x+iy)=0$ n'ait pas de racines égales, mais il peut bien arriver que deux ou plusieurs des valeurs $c_1, c_2, \ldots, c_n$ deviennent égales; la démonstration est très peu changée, en donnant à z une valeur un peu plus grande que celle qui correspond à l'altitude des cols d'altitude égale; le contour se divise toujours en contours simples, extérieurs chacun aux autres.

» Il va sans dire que cette démonstration repose sur les mêmes principes que celles de Gauss et Cauchy. »

MÉMOIRES LUS.

ÉCONOMIE RURALE. — *Recherches sur la culture de la pomme de terre industrielle et fourragère;* par M. **Aimé Girard** (¹). (Extrait par l'auteur.)

« Au cours de mes recherches sur la culture de la pomme de terre industrielle et fourragère, j'ai signalé une variété de cette plante qui, peu connue en France, est cependant remarquable entre toutes par son rendement en tubercules et par la richesse de ceux-ci en fécule.

» Tandis que la moyenne générale des rendements ne dépasse pas, dans notre pays, 7500^{kg} à l'hectare, que les rendements de 15000^{kg} et 18000^{kg} y sont regardés comme excellents, cette variété, dite *Richter's Imperator*, peut, cultivée dans des conditions que j'ai précisées, fournir de 35000^{kg} à 40000^{kg} de tubercules riches à plus de 20 pour 100 de fécule anhydre.

» Après avoir, pendant trois ans, suivi, sur des surfaces de quelques ares, le développement de cette variété, j'en ai, en 1888, entrepris la culture en grand, et, malgré les conditions météorologiques défavorables de cette année, j'ai pu sur un hectare récolter, à la ferme de la Faisanderie, à Joinville-le-Pont, 33000^{kg} de tubercules riches à 17,6 pour 100 de fécule anhydre.

» Bien fixé, dès lors, sur les qualités de cette variété, j'ai cherché, en 1889, à en propager la culture.

» D'une part, je l'ai, de nouveau, cultivée sur un hectare à Joinville-le-Pont, et, grâce aux conditions météorologiques excellentes de l'année 1889, j'ai de cette culture obtenu 39000^{kg} de tubercules riches à 20,4

(¹) Cette Note a été lue à l'Académie dans la séance du 20 janvier.

pour 100, représentant par conséquent 7956kg de fécule anhydre, c'est-à-dire un poids de matière amylacée supérieur à la moyenne générale du poids de tubercules récoltés, en France, à l'hectare.

» D'autre part, j'ai été autorisé, par M. le Ministre de l'Agriculture à prélever, sur la récolte de la Ferme, 6000kg de plant sélectionné par mes soins, pour en confier la culture à une quarantaine d'agriculteurs, répartis sur divers points de la France.

» Les résultats que ceux-ci ont obtenus ont, en général, dépassé mes espérances ; quelques-uns cependant doivent être laissés de côté; certains lots ont été répartis entre un trop grand nombre de personnes, et aucun renseignement précis n'a pu me parvenir; d'autres ont été cultivés dans des terres de jardin et ont fourni des rendements exagérés ; ceux-là doivent être rejetés, et c'est seulement aux essais faits dans les conditions de la grande culture qu'il convient de s'attacher.

» Parmi les trente-trois expérimentateurs qui se sont placés dans ces conditions, seize ont suivi expressément mes indications; dix-sept, les uns parce que je n'ai pu, gravement malade, leur donner ces indications avec assez de détails; les autres, parce qu'ils ont cédé à des habitudes locales, ont apporté au mode de culture que je conseille quelques modifications.

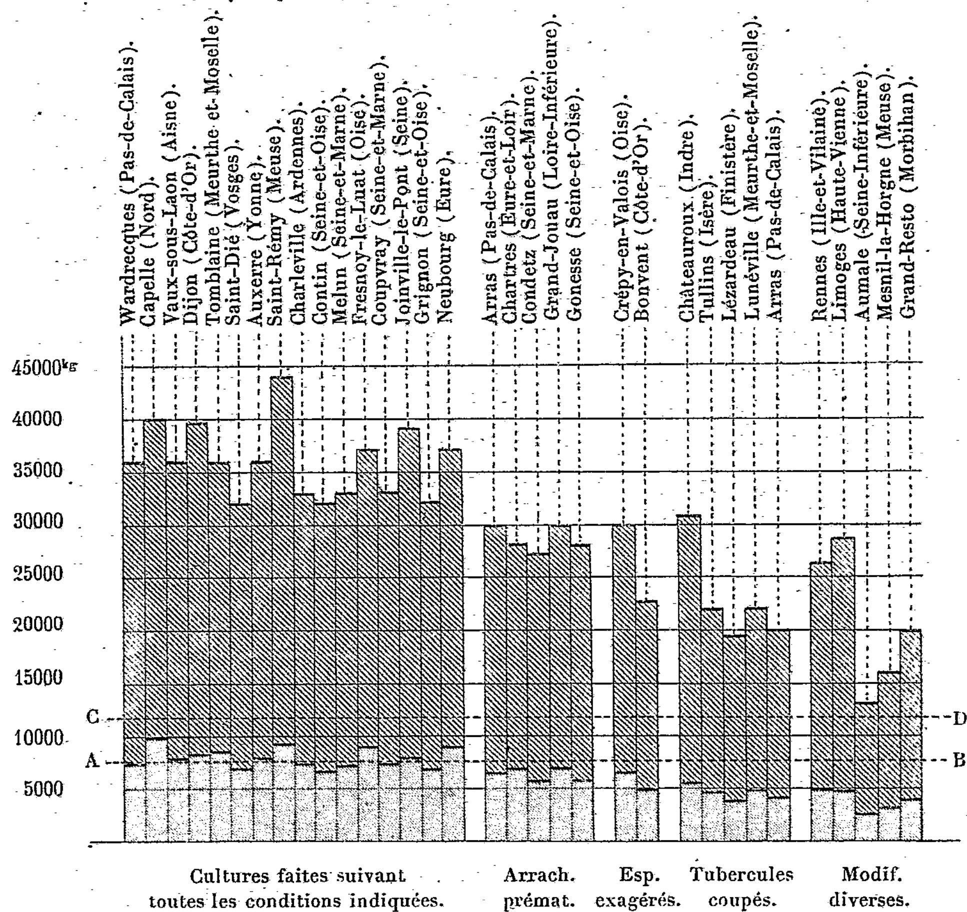
» Loin de me plaindre de ces modifications, je dois m'en féliciter; tous ceux, en effet, qui ont suivi la marche que j'ai indiquée ont obtenu des rendements variant de 32000kg à 44000kg, avec des richesses de 20,4 à 24,2 pour 100 en fécule anhydre, soit en moyenne un rendement à l'hectare de 36000kg de tubercules et de 7900kg de fécule anhydre; tous ceux, au contraire, qui s'en sont écartés, qui, par exemple, ont arraché dès le mois de septembre, ou bien planté des tubercules coupés et non entiers, exagéré l'espacement, donné une fumure insuffisante, etc., ont vu leurs rendements s'élever au maximum à 30000kg et, dans certains cas, tomber à 16000kg et 13300kg.

» C'est ce que montre le graphique joint à cette Note, et sur lequel des bandes parallèles indiquent, par leur hauteur totale, les rendements en tubercules obtenus dans chaque localité; par la hauteur de la partie foncée, le poids de fécule anhydre produit à l'hectare; sur lequel, également, deux lignes horizontales AB et CD rappellent. la première le rendement moyen en France (7500kg), la seconde, CD, le rendement du département le mieux partagé, celui des Hautes-Alpes (11700kg).

» La richesse des tubercules a été, dans tous les cas, remarquable : trois fois seulement elle a été inférieure à 20,4 pour 100 de fécule anhydre; en

moyenne, elle a été de 22 pour 100; trois fois, elle a atteint le chiffre extraordinaire de 24 pour 100.

Rendement à l'hectare, en tubercules et en fécule anhydre de la variété Richter's Imperator, dans diverses régions de la France, en 1889.



» Les observations notées par mes collaborateurs conduisent à des remarques importantes, que je ne puis développer en ce moment; ce que je veux seulement retenir de cette grande expérience, c'est qu'elle apporte la solution du problème d'Économie rurale que je m'étais posé, il y a six ans.

» Ainsi que je l'avais espéré, c'est chose possible pour la grande culture en France, que d'obtenir des récoltes de pommes de terre industrielles et

fourragères qui marchent de pair avec celles de l'Allemagne; chose possible, par conséquent, que de produire, sur une surface donnée, un poids de fécule, c'est-à-dire de matière alcoolisable, qui permette à la distillation des pommes de terre d'entrer en lice, dans notre pays, avec la distillation des grains.

» Pour le bien établir, il suffit de prendre, parmi les résultats précédents, deux exemples dont la valeur est particulièrement frappante, puisque l'un et l'autre sont fournis par la culture d'un hectare entier.

» A Gonesse (quoique l'arrachage ait eu lieu un mois trop tôt), un hectare a produit 5712^{kg} de fécule anhydre; à Joinville-le-Pont, un hectare (arraché à point) en a produit 7956^{kg}. Pour s'approvisionner d'une égale quantité de matière alcoolisable, au moyen de grains, le distillateur devrait acquérir, dans le premier cas, 8900^{kg}; dans le second, 12400^{kg} de maïs. Au cours actuel de 13^{fr} les 100^{kg}, c'est une dépense, d'un côté de 1157^{fr}, de l'autre de 1612^{fr}: telle est la valeur, en argent, de la matière première de distillerie fournie par l'une et l'autre récolte de pommes de terre. »

ÉCONOMIE RURALE. — *Observations sur la Communication de M.* Aimé Girard; par M. **P.-P. Dehérain.**

« Je demande à l'Académie la permission d'ajouter quelques mots à la Communication que vient de faire M. Aimé Girard.

» J'ai mis en comparaison, cette année, au champ d'expériences de Grignon, la variété Richter's Imperator, dont les semenceaux m'avaient été remis par M. Aimé Girard, avec deux autres variétés de pommes de terre, la Chardon et la Van der Veer, dans des conditions de fumure tout à fait analogues (¹).

» La Richter's s'est montrée nettement supérieure; elle a donné 30000^{kg} de tubercules à l'hectare, tandis que les deux autres variétés restaient entre 26000^{kg} et 27000^{kg}; sa richesse en fécule, déterminée d'après la densité des tubercules, s'est trouvée également beaucoup plus élevée, puisqu'elle a atteint 24 pour 100 des tubercules contre 19,8 et 19,5 qu'ont donnés les autres variétés.

» La quantité de fécule produite à l'hectare par la Richter's Imperator

(¹) Le détail des expériences est inséré au tome XVI des *Annales agronomiques*, p. 5.

dépasse 7000^{kg}, tandis que les deux autres variétés ne donnent guère que 5000^{kg}.

» Bien que les résultats précédents soient inférieurs à ceux qu'ont obtenus la plupart des correspondants de M. Girard, ils sont de nature à montrer que la nouvelle variété présente, sur celles qu'emploient habituellement les fabricants de fécule, une supériorité marquée. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. **Roubertie** soumet au jugement de l'Académie un Mémoire intitulé « Projet de chauffage des générateurs à vapeur, par l'air, le gaz et la vapeur, décomposés en leurs éléments ».

(Commissaires : MM. Resal, Maurice Lévy, Marcel Deprez).

M. **Maurice Nicolas** adresse une Note relative à de nouveaux procédés de production du phosphate de chaux et de l'acide phosphorique.

(Commissaires : MM. Fremy, Friedel, Schützenberger).

CORRESPONDANCE.

M. **Faye**, en offrant à l'Académie un exemplaire de l'*Annuaire du Bureau des Longitudes* pour 1890, s'excuse du retard qu'il a apporté involontairement à cette présentation.

« La partie astronomique devient chaque année plus importante et plus complète. Ce Volume présente, cette année, un Tableau des phénomènes planétaires (aspects), les données les plus exactes que l'on possède aujourd'hui sur les étoiles variables, un Catalogue d'étoiles principales dont les grandeurs répondent à l'échelle photométrique de M. Pickering, des documents sur l'usage du baromètre anéroïde, l'élasticité des solides et la température neutre des couples thermo-électriques. Ce Volume donne enfin les éléments magnétiques pour la France et les ports au 1er janvier 1890, et en diverses stations de la Méditerranée (1887).

» Les Notices comprennent les discours prononcés à l'occasion de l'inauguration de la statue de Le Verrier à l'Observatoire, et dans les divers

Congrès qui ont eu lieu l'an dernier à Paris, ainsi qu'une Revue des principaux travaux du Bureau des Longitudes en 1889.

» Les planches jointes à ce Volume sont : 1° une Carte des lignes d'égale déclinaison et d'égale inclinaison; 2° une Carte des méridiens magnétiques et lignes d'égale composante horizontale.

» Je saisis cette occasion de remercier, au nom du Bureau des Longitudes, les savants qui ont bien voulu lui accorder, cette année comme les précédentes, leur précieuse collaboration. »

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, la 16e livraison du « Traité d'Anatomie comparée pratique, par Carl Vogt et Émile Yung ». (Présenté par M. de Quatrefages.)

M. **Beltrami**, nommé Correspondant pour la Section de Mécanique, adresse ses remerciements à l'Académie.

M. **Kelsch** adresse ses remerciements à l'Académie pour la distinction accordée à ses travaux dans la dernière séance publique.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les fonctions de deux variables à plusieurs paires de périodes*. Note de M. **Paul Appell**, présentée par M. Hermite.

« Pour étendre aux fonctions périodiques de deux variables les résultats que j'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie sur les fonctions elliptiques [1], on peut prendre, comme point de départ, la remarque suivante relative à un théorème de M. Poincaré.

» Soit $f(x, y)$ une fonction analytique uniforme de x et y, se comportant à distance finie comme une fraction rationnelle ; d'après M. Poincaré (*Acta mathematica*, t. II), cette fonction peut s'écrire sous la forme

$$f(x, y) = \frac{\varphi(x, y)}{\psi(x, y)},$$

les fonctions $\varphi(x, y)$ et $\psi(x, y)$ étant des fonctions entières qui ne s'an-

[1] *Comptes rendus*, séance du 6 janvier 1890.

nulent simultanément qu'aux points où la fonction $f(x, y)$ est indéterminée. Voici maintenant la remarque qu'on peut faire au sujet de cette expression donnée par M. Poincaré. Si, par un procédé quelconque, on a mis la même fonction $f(x, y)$ sous la forme du quotient de deux autres fonctions entières $\varphi_1(x, y)$ et $\psi_1(x, y)$, de manière à avoir l'identité

$$\frac{\varphi_1(x, y)}{\psi_1(x, y)} = \frac{\varphi(x, y)}{\psi(x, y)},$$

on a nécessairement

$$\varphi_1(x, y) = \varphi(x, y) G(x, y),$$
$$\psi_1(x, y) = \psi(x, y) G(x, y),$$

$G(x, y)$ désignant une fonction entière. La démonstration de cette proposition repose sur les méthodes indiquées par M. Weierstrass dans le Mémoire intitulé *Einige auf die Theorie der analytischen Functionen mehrerer veränderlichen sich beziehende Sätze*, dont l'exposition détaillée a fait le principal sujet de la thèse de doctorat de M. Dautheville (Paris, 1885).

» Cette remarque étant faite, imaginons que la fonction $f(x, y)$ admette un groupe de périodes a, b, c'est-à-dire que

$$f(x + a, y + b) = f(x, y);$$

on a alors l'identité

$$\frac{\varphi(x + a, y + b)}{\psi(x + a, y + b)} = \frac{\varphi(x, y)}{\psi(x, y)}; \tag{1}$$

d'où l'on conclut que le rapport

$$\frac{\varphi(x + a, y + b)}{\varphi(x, y)} \tag{2}$$

est une fonction entière $G(x, y)$. Le rapport inverse est aussi une fonction entière; car, en faisant

$$x = x' - a, \qquad y = y' - b,$$

l'identité (1) se transforme en la suivante

$$\frac{\varphi(x', y')}{\psi(x', y')} = \frac{\varphi(x' - a, y' - b)}{\psi(x' - a, y' - b)},$$

qui montre que le rapport

$$\frac{\varphi(x'-a, y'-b)}{\varphi(x', y')} = \frac{\varphi(x, y)}{\varphi(x+a, y+b)}$$

est une fonction entière. La fonction entière $G(x, y)$ est donc telle que son inverse est aussi une fonction entière, et l'on a

$$G(x, y) = e^{g(x, y)},$$

$g(x, y)$ étant une fonction entière.

» En résumé, si la fonction $f(x, y)$ admet une paire de périodes a, b, les fonctions φ et ψ vérifient des relations de la forme

$$(3) \qquad \frac{\varphi(x+a, y+b)}{\varphi(x, y)} = \frac{\psi(x+a, y+b)}{\psi(x, y)} = e^{g(x, y)}.$$

» Si la fonction admet deux, trois ou quatre paires de périodes, on aura deux, trois ou quatre relations de cette forme (3), que l'on simplifiera comme nous l'avons fait pour les fonctions elliptiques. On arrive ainsi à montrer que les fonctions à quatre paires de périodes, sans singularités essentielles à distance finie, s'expriment à l'aide des Θ doubles (¹). On obtient également, sous une forme intéressante, les expressions des fonctions de deux variables, avec deux ou trois paires de périodes. Enfin, on peut établir des relations de la forme (3) pour les fonctions de deux variables x et y, qui n'ont pas de singularités essentielles à distance finie, et qui ne changent pas de valeur quand on remplace x et y par $ax+by+c$ et $a'x+b'y+c'$, a, b, c, a', b', c' désignant des constantes (²). J'espère pouvoir prochainement publier un Mémoire détaillé sur ces différentes questions. »

(¹) Voyez, sur ce théorème énoncé par Riemann, la fin d'une Lettre de M. Weierstrass (*Journal de Crelle*, t. 89), et une Note de MM. Poincaré et Picard (*Comptes rendus*, 1883, t. XCVII).

(²) Voyez les recherches de M. Fuchs (*Journal de Crelle*, t. 89 et 90; *Bulletin des Sciences mathématiques*, 2ᵉ série, t. IV et V).

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les transformations simplement rationnelles des surfaces algébriques.* Note de M. **Paul Painlevé**, présentée par M. Picard.

« Je me propose dans cette Note d'étendre aux transformations simplement rationnelles la méthode de M. Picard, relative aux transformations birationnelles des surfaces. Soient

$$F(x, y, z) = 0 \tag{1}$$

l'équation d'une surface algébrique S, p le nombre (*plus grand que* 1) des polynômes L linéairement distincts *adjoints* à la surface, p_1 le genre de l'intersection G de S avec la surface Σ (ou $L = 0$); désignons par γ la courbe d'intersection de deux surfaces Σ; cette courbe rencontre S en $(p_1 - 1)$ points.

» Nous distinguerons trois classes de surfaces : la première (la plus générale) comprend les surfaces S pour lesquelles toute surface Σ qui passe par un point de S ne passe pas par d'autres points correspondants (en dehors des points singuliers de S). Pour ces surfaces, les polynômes L distincts, regardés comme des coordonnées homogènes, définissent (à une transformation homographique près) une surface S_1 de l'espace à $(p - 1)$ dimensions, dite *surface normale*, qui correspond birationnellement à S. D'une manière plus précise, on peut exprimer que les trois surfaces

$$Q_2 - \alpha Q_1 = 0, \qquad Q_3 - \beta Q_1 = 0, \qquad Q_4 - \gamma Q_1 = 0$$

ont avec S un point commun et un seul. Pour cela, il faut et il suffit que α, β, γ vérifient une relation

$$\varphi(\alpha, \beta, \gamma) = 0, \tag{1'}$$

et à chaque point (α, β, γ) de (1') correspond un seul point (x, y, z) de S. Cette surface S_1, qui correspond birationnellement à S, est de degré $(p_1 - p + 3)$, comme l'a montré M. Nœther.

» La deuxième classe (où nous rangeons les surfaces de genre $p = 3$) comprend les surfaces pour lesquelles toute surface Σ, passant par un point de S, passe par $(n - 1)$ autres points correspondants : on a nécessairement $n \leqq \frac{p_1 - 1}{p - 3}$. *Toute surface* Σ, *tangente à* S *au point* x, y, z *est*

tangente aux points correspondants. Toute courbe γ qui passe par (x, y, z) (ou est tangente à S en ce point) passe par les points correspondants (ou est tangente à S en ces points).

» La troisième classe comprend les surfaces S (en particulier les surfaces de genre $p = 2$) pour lesquelles deux surfaces Σ, qui ont un point commun avec S, ont une ligne commune avec cette surface. Pour ces surfaces, les courbes C se décomposent en courbes de genre 1, et le rapport $\frac{Q_i(x, y, z)}{Q_j(x, y, z)}$ est une fonction de $\frac{Q_1(x, y, z)}{Q_2(x, y, z)}$ quand (x, y, z) varie sur S.

» Ceci posé, soient une seconde surface S'

$$F'(x', y', z') = 0, \tag{2}$$

p' et p'_1 les nombres qui correspondent aux nombres p et p_1.

» Admettons qu'on puisse passer rationnellement de (1) à (2) par la transformation

$$x = h(x', y', z'), \qquad y = k(x', y', z'), \qquad z = l(x', y', z'), \tag{3}$$

qui dépend de paramètres arbitraires. On démontre, en répétant le raisonnement de M. Picard, que toute intégrale double de première espèce J de S se transforme en une intégrale analogue de S'

$$J = \lambda_1 J'_1 + \ldots + \lambda_{p'} J'_{p'},$$

les λ_i étant des constantes. On en conclut que, *p étant plus grand que 1, la transformation (3) ne saurait dépendre de deux paramètres arbitraires. Si elle dépend d'un paramètre,* S *rentre dans la troisième classe, et le module des courbes* C *(de genre 1) est constant. Quand* S' *est de la troisième classe, il en est de même de* S. *Enfin on a, dans tous les cas, $p \leqq p'$, $p_1 \leqq p'_1$.*

» Supposons maintenant que S et S' fassent partie de la première classe; on aura

$$\frac{Q_2}{Q_1} = \frac{\Sigma \mu_i Q'_i}{\Sigma \lambda_i Q'_i}, \qquad \ldots$$

On devra donc pouvoir déterminer les constantes λ, μ, ... de façon que les rapports α, β, γ, introduits plus haut, vérifient la relation (1'), et ces conditions sont suffisantes. Ceci nous montre qu'*on détermine algébriquement toutes les transformations* (3); *il ne saurait, par suite, exister entre* (1) *et* (2) *qu'un nombre fini de transformations rationnelles*. Ceci revient à dire qu'on passe de la surface normale S_1 à la surface normale S'_1 par une trans-

formation

$$Q_j = \sum_{i=1}^{i=p'} \lambda_i^j Q'_i.$$

Si donc $p = p'$, la transformation (3) *est nécessairement birationnelle.* On pouvait se servir également de la condition qui exprime que la surface Σ (ou la courbe j) est tangente à S.

» Passons au cas où S′ est de seconde classe, S étant de la première, et où il existe une transformation (3). La méthode précédente s'applique. Ajoutons que, α', β', γ' désignant les rapports de quatre polynômes Q′ quelconques, la surface S'_1 ou

$$\varphi'(\alpha', \beta', \gamma') = 0$$

correspond rationnellement à S. Si S'_1 n'est pas de la première classe, on raisonne sur S'_1 comme sur S′, et, comme le genre p_1 des S'_i diminue, on parvient à une surface S″ de la première classe, qu'on peut substituer à S′. Si $p = p'$, la correspondance entre S et S″ est nécessairement birationnelle.

» Il reste à examiner le cas où S ne serait pas de la première classe. »

CHIMIE. — *Sur la substitution des sels dans les solutions mixtes.* Note de M. **A. Étard**, présentée par M. A. Cornu.

« I. Précédemment, j'ai déterminé les lignes de solubilité complète d'un mélange de chlorures de potassium et de sodium. Cela équivaut à faire varier la quantité des métaux qui se partagent la saturation d'un même métalloïde en fonction de la température. Il était indispensable d'étudier le cas inverse, de déterminer ce qui se passe quand, dans la solution d'un même métal, les métalloïdes varient.

» II. Quand on dissout de l'iodure de potassium dans l'eau, la solubilité de — 22° à 0° est représentée par une droite très inclinée sur l'axe des t, mais trop peu étendue pour être exprimée par une formule exacte. De 0° à 108° on a une autre droite (0,1257 t) moins inclinée. Enfin, de 108° à 220°, une dernière droite (4), moins inclinée encore, correspond à une solubilité de 0,0603 t. En calculant par extrapolation, avec cette dernière valeur, le *point limite* (antérieurement défini), on trouve pour ce point 637°, qui se confond sensiblement avec le nombre 639° donné par les auteurs comme température de fusion de l'iodure de potassium pur. D'ailleurs, ces températures de fusion, prises par la méthode thermo-électrique,

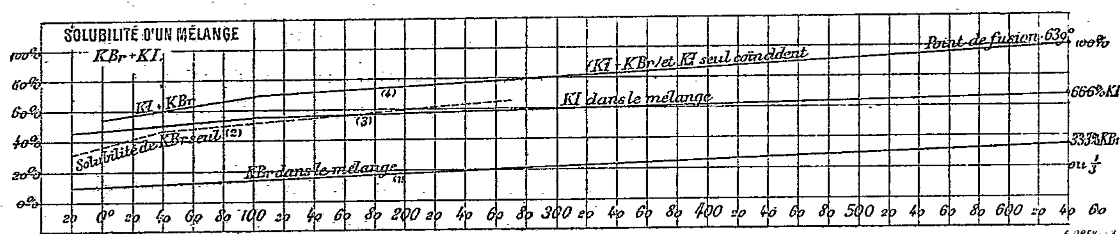
peuvent être entachées de quelques degrés d'erreur, d'après les auteurs mêmes qui les ont déterminées.

» Autrefois, j'ai publié un graphique bien moins étendu de la solubilité de KI. On voit maintenant que ce sel doit s'ajouter à la liste de ceux pour lesquels j'ai indiqué le point de fusion comme *limite* de la solubilité.

» De la comparaison de nombreuses lignes de solubilité complète, c'est-à-dire comprises entre les points de congélation de la solution et de fusion ignée du sel, il résulte que, en général, les segments droits successifs qui composent ces lignes sont d'autant moins inclinés sur l'axe des températures que celles-ci sont plus hautes. On remarque aussi que la plupart des sels subissent leurs perturbations de solubilité avant 130°, température peu compatible avec l'existence d'hydrates; aussi les droites très peu inclinées, qu'on trouve continues pendant de longs intervalles aux températures élevées, me paraissent devoir rester telles que je les ai observées, parfois jusqu'à 260°, et telles que je les représente ensuite jusqu'au *point limite*. Mais des actions étrangères, par exemple les décompositions chimiques, le point critique des dissolvants, etc., doivent empêcher ces lignes d'atteindre d'une façon *réelle* le point en question, dès qu'il se trouve au delà de 300°, alors même que l'expérience pourrait se faire. Ce sont, en dernière analyse, les lignes de solubilité dans leur portion expérimentalement connue qui ont les propriétés dont le *point limite* est l'expression théorique. Ce point coïncide souvent avec le point de fusion des sels, comme je l'ai établi, ce qui lui attribue une signification physique précise.

» III. Si l'on met une petite quantité d'eau en présence d'un grand excès d'un mélange d'iodure et de bromure de potassium, d'ailleurs en proportions quelconques, on constate les faits suivants :

» 1° La quantité totale des sels dissous pour chaque température est



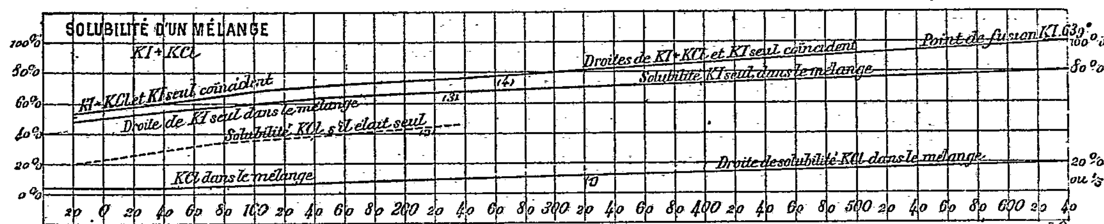
exactement la même que si l'on avait opéré avec l'iodure de potassium seul. Les lignes (4) de KI et de KI + KBr coïncident dans toute leur étendue. Dès lors, on doit admettre que la solubilité de la somme KI + KBr est *limite* au point de fusion de KI, à 639°.

» 2° En faisant l'analyse du mélange dissous, on trouve que, dans le mélange en question, le bromure de potassium suit la loi de solubilité de l'iodure et non la sienne propre. Les choses se passent comme s'il y avait *substitution* du brome à l'iode.

» 3° Si l'on recherche, à la limite de solubilité, c'est-à-dire à la température de 639°, le rapport des poids des composants KBr et KI (leur somme étant égale à l'unité ou 100 pour 100), le calcul par extrapolation donne pour ce rapport un chiffre très voisin de *deux* à *un*, soit 66,4 pour 100 KI et 33,6 pour 100 KBr. Ainsi, traitées individuellement, les lignes *expérimentales* (1) et (3) donnent chacune sur l'ordonnée limite les chiffres précités, qui, de plus, vérifient très sensiblement la condition que leur somme soit égale à l'unité, limite de la droite (4).

» IV. J'ai encore trouvé des relations simples de solubilité, en examinant les couples KI + KCl et KBr + KCl. Pour le premier, on observe :

» 1° Que la ligne de solubilité de KI et celle de la somme des sels (KI + KCl) coïncident dans toute leur étendue (4) et sont limites à 639°, point de fusion de KI.



» 2° Le chlorure de potassium dans le mélange (1) se dissout selon la loi de l'iodure. La quantité de cet iodure qui se dissout à chaque température est moindre que s'il était seul; mais du chlorure se dissout à sa place, pour compléter la solubilité normale de KI. Cette *substitution* ne se fait pas selon les rapports atomiques ordinaires, mais je l'ai trouvée telle que les droites tendent, à l'ordonnée limite, vers les quantités 80 pour 100 pour KI et 20 pour 100 pour KCl, soit $\frac{1}{5}$.

» Le couple KBr + KCl donne lieu à des observations très analogues et conduit à la limite $\frac{1}{4}$ pour KCl, $\frac{3}{4}$ pour KBr. Prochainement, je pense revenir sur ce dernier couple et sur d'autres cas de solubilité mixtes [1]. »

---

[1] Je remercie, en terminant, M. Lebeau, préparateur à l'École de Physique et de Chimie, de son concours dévoué.

CHIMIE. — *Sur l'état de l'iode en dissolution.* Note de MM. Henri Gautier et Georges Charpy, présentée par M. A. Cornu.

« On distingue généralement les solutions d'iode en deux classes : les solutions brunes (alcool, éther, etc...) et les solutions violettes (sulfure de carbone, chloroforme, benzine, etc.).

» En examinant des solutions egalement concentrées d'iode dans un grand nombre de dissolvants, nous avons constaté qu'on pouvait les ranger de telle façon que la coloration variât d'une manière continue du brun au violet; la distinction généralement admise est donc trop absolue.

» Nous avons opéré sur quinze dissolvants, qui se classent dans l'ordre suivant, en allant du violet au brun :

1° *Coloration violette.*

1. Sulfure de carbone.
2. Tétrachlorure de carbone.
3. Chloroforme.

2° *Coloration rouge.*

4. Benzine.
5. Bichlorure d'éthylène.
6. Bibromure d'éthylène.

3° *Coloration rouge brun.*

7. Toluène.
8. Bromure d'éthyle.
9. Xylène (para).
10. Iodure d'éthyle.

4° *Coloration brune.*

11. Méthylbenzoïle.
12. Acide acétique.
13. Éther sulfurique.
14. Alcool.
15. Acétone.

» L'examen, au spectroscope, de solutions des divers groupes nous a montré que le spectre d'absorption varie aussi d'une manière continue. Pour les solutions violettes, on obtient un spectre qui se rapproche de celui de la vapeur d'iode, mais dans lequel la bande obscure, au lieu de commencer dans le rouge, commence dans le jaune, et empiète un peu plus sur le bleu que cela n'a lieu avec la vapeur d'iode; pour les groupes suivants, le déplacement de la bande obscure du côté du violet s'accentue; elle va du vert à l'indigo pour le deuxième, du milieu du vert au violet pour le troisième; enfin, pour le quatrième, elle couvre complètement le bleu et le violet. Nous publierons plus tard le relevé exact de ces spectres.

» Nous n'avons pu, jusqu'à présent, constater de relation entre la fonc-

tion chimique du dissolvant et la couleur de la solution ([1]); mais nous avons recherché si ces différences de teinte ne devaient pas être attribuées à une variation graduelle de l'état moléculaire du corps dissous. Nous avons employé, dans ce but, la méthode cryoscopique de M. Raoult; les constantes relatives à chaque dissolvant ont été déterminées par des expériences préliminaires, effectuées au moyen de solutions de paradichlorobenzine et de paradibromobenzine soigneusement purifiées.

» Nous citerons, en particulier, les expériences suivantes sur la benzine et le méthylbenzoïle :

Dissolvant.	Poids d'iode dissous dans 100gr.	Abaissement du point de congélation.	Valeurs de la constante.	Poids moléculaire déduit.
Benzine	1,98 gr	0°,30	50	330
	2,16	0,31	»	348
	2,69	0,39	»	345
Méthylbenzoïle	2,36	0,31	64	489
	1,42	0,19	64	480

» Nous avons expérimenté aussi sur le paraxylène et le dibromure d'éthylène; les nombres trouvés se rapprochent de ceux qui ont été obtenus avec la benzine, mais ne sont pas très concordants, ce qui tient, croyons-nous, à ce qu'il se produit assez rapidement une combinaison entre l'iode et le dissolvant ([2]).

» Si, des chiffres précédents, on rapproche ceux que l'on déduit des mesures de tensions de vapeur effectuées par M. Morris Loeb, sur les solutions d'iode dans l'éther et le sulfure de carbone, on obtient, pour le poids moléculaire de l'iode en dissolution, les valeurs suivantes :

Dissolvant.	Poids moléculaire.	
Éther	507	$I^4 = 508$
Méthylbenzoïle	484	$I^3 = 381$
Benzine	341	$I^2 = 254$
Sulfure de carbone	303	

([1]) Cependant, pour les carbures benzéniques, il semble que la solution se rapproche du brun quand le poids moléculaire augmente.

([2]) L'iode se combine facilement avec un grand nombre de corps organiques sous l'influence de la lumière, mais la réaction est limitée. On peut le mettre en évidence

» Il semble donc que la molécule d'iode, qui correspond à I^4 pour les solutions brunes, se dédouble graduellement, pour se rapprocher de la valeur I^2 qui correspond à l'iode à l'état de vapeur. Cette hypothèse paraît confirmée par l'influence qu'exerce la température sur la couleur de ces solutions. On observe, en effet, d'une manière très nette, que la teinte d'une solution se rapproche de celle des groupes précédents quand on élève sa température, et se rapproche, au contraire, des groupes suivants par le refroidissement.

» M. Berthelot avait fait remarquer qu'au point de vue de la grandeur des constantes thermochimiques les éléments à poids atomique élevé, tels que le brome et l'iode, se rapprochent des corps composés. La facile dissociation de la molécule d'iode semble confirmer cette analogie.

» Nous nous proposons de continuer cette étude par des mesures thermochimiques et des mesures des tensions de vapeur des différentes solutions. »

THERMOCHIMIE. — *Étude calorimétrique des phosphites et du pyrophosphite de soude*. Note de M. L. AMAT, présentée par M. Troost. (Extrait.)

« J'ai indiqué (*Comptes rendus*, t. CVI, p. 1400) que le phosphite acide de soude PO^3H, NaH peut, par simple déshydratation à l'étuve, perdre de l'eau et se transformer en un corps nouveau, le pyrophosphite de soude $P^2O^5H^2Na^2$, se distinguant du phosphite acide par une série de caractères bien nets. Cette conclusion se trouve pleinement confirmée par l'étude calorimétrique des phosphites et du pyrophosphite de soude.

» *Phosphite disodique*. — Le phosphite disodique $PO^3HNa^2 + 5H^2O$ a été obtenu en saturant une solution d'acide phosphoreux par de la soude, jusqu'à coloration de la phtaléine du phénol. Les cristaux obtenus par évaporation fondaient vers 53°.

» La chaleur de dissolution (1 molécule 216^{gr} dans 10^{lit} d'eau) vers 13°,5 est $-4^{Cal},6$ (moyenne de : $-4^{Cal},57$ à 13°,7 ; $-4^{Cal},59$ à 12°,3 ; $-4^{Cal},64$ à 14°).

---

de la façon suivante. Une solution d'iode dans un carbure (benzine, toluène, etc.) est abandonnée quelque temps à la lumière. On la décolore ensuite complètement par la potasse. Si on l'expose alors de nouveau à l'action de la lumière, on voit bientôt le liquide se colorer par suite de la décomposition du composé iodé qui avait pris naissance au début.

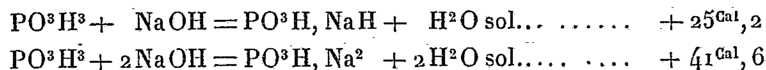
» Le phosphite disodique anhydre PO^3HNa^2, résultat de la déshydratation du sel précédent, d'abord dans le vide sec pour éviter la fusion de la matière, puis à 150° pour chasser les dernières traces d'eau, a donné comme chaleur de dissolution (1 molécule 126^{gr} dans 10^{lit}), vers 13°,5, $+9^{Cal},15$ (moyenne de : $+9^{Cal},11$ à 12°,5; $+9^{Cal},19$ à 14°,7).

» *Phosphite monosodique*. — Le phosphite monosodique hydraté $PO^3H, NaH + 2\frac{1}{2}H^2O$ a été préparé comme je l'ai indiqué (*Comptes rendus*, t. CVI, p. 1351).

» On a trouvé pour la chaleur de dissolution d'une molécule (149^{gr} dans 10^{lit}), vers 15°, $-5^{Cal},3$ (moyenne de : $-5^{Cal},27$ à 10°,5; $-5^{Cal},31$ à 14°,1; $-5^{Cal},30$ à 15°,6).

» Ce phosphite perd son eau de cristallisation dans le vide sec et donne le phosphite monosodique anhydre PhO^3HNaH, dont la chaleur de dissolution (1 molécule 104^{gr} dans 10^{lit}) a été trouvée égale à $+0^{Cal},75$ vers 13° (moyenne de : $+0^{Cal},83$ à 14°,5; $+0^{Cal},73$ à 13°,7; $+0^{Cal},74$ à 13°,6; $+0^{Cal},68$ à 12°,1, nombres qui semblent dépendre de la température).

» Si l'on joint, à ces données, la chaleur de dissolution de l'acide phosphoreux $-0^{Cal},13$, celle de la soude $+9^{Cal},78$, et la chaleur de neutralisation d'une molécule d'acide phosphoreux par 1 ($14^{Cal},83$) ou par 2 ($28^{Cal},45$) molécules de soude, on calcule pour la chaleur de formation à l'état solide des phosphites mono et disodiques anhydres, en partant de l'acide et de la base solides :



$PO^3H^3 + NaOH = PO^3H, NaH + H^2O$ sol........... $+25^{Cal},2$

$PO^3H^3 + 2NaOH = PO^3H, Na^2 + 2H^2O$ sol.......... $+41^{Cal},6$

» *Pyrophosphite de soude* $P^2O^5H^2Na^2$. — La chaleur de dissolution de ce sel est très faible; on a trouvé (pour 1 molécule 190^{gr} dans 20^{lit}), vers 13°, $+0^{Cal},3$.

» Si, en dissolvant le pyrophosphite dans l'eau, ce sel fixait de l'eau et redonnait immédiatement du phosphite acide de soude, la chaleur de dissolution d'une molécule de pyrophosphite devrait être supérieure à la chaleur de dissolution, $2 \times 0^{Cal},75 = 1^{Cal},5$, d'une quantité équivalente de phosphite acide, c'est-à-dire 2 molécules. Le nombre trouvé, $0^{Cal},3$, notablement inférieur à $1^{Cal},5$, montre donc que les solutions de pyrophosphite de soude et de phosphite acide ne sont pas identiques, ce que l'on peut vérifier au moyen du méthylorange et de la phtaléine du phénol,

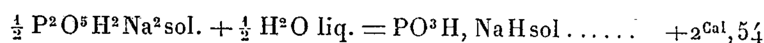
du nitrate d'argent, comme je l'ai déjà indiqué, et enfin du nitrate de plomb, ainsi que je le montrerai dans une prochaine Note.

» J'ai vérifié que la soude transforme le pyrophosphite en phosphite disodique. Il y a deux phases dans le phénomène calorifique qui en résulte : d'abord un dégagement de chaleur très faible, indiqué par la variation brusque de température au moment du mélange de la soude et du pyrophosphite; puis un dégagement de chaleur beaucoup plus grand, dû à la transformation de ce sel et accusé par un accroissement de température ayant lieu graduellement, avec une vitesse qui dépend de la concentration de la soude.

» Lorsqu'on veut évaluer le premier dégagement de chaleur, il faut ralentir autant que possible la seconde partie du phénomène et, pour cela, opérer avec une solution *étendue* de soude. Si l'on veut, au contraire, déterminer la chaleur de transformation du sel, il faut employer une solution *concentrée* de soude.

» En opérant avec une solution *étendue* de soude et en tenant compte de la chaleur de dissolution du pyrophosphite de soude $0^{Cal},3$, on trouve, pour le dégagement de chaleur au moment du mélange, avant que la transformation ait eu le temps de se produire, $+0^{Cal},5$, nombre très faible qui montre que le sel saturé de l'acide pyrophosphoreux est $P^2O^5H^2Na^2$, c'est-à-dire un sel contenant 2 atomes de phosphore pour 2 atomes de sodium. Au contraire, le sel saturé de l'acide phosphoreux PO^3HNa^2 contient, pour 2 atomes de sodium, un seul atome de phosphore.

» Pour déterminer la chaleur de transformation, on a dû employer une solution de soude beaucoup plus concentrée que la précédente (1,13 molécule par litre). En opérant dans des conditions aussi identiques que possible, on a déterminé d'abord le dégagement de chaleur qui se produit lorsque le pyrophosphite de soude solide est traité par un excès de soude : on a trouvé, pour $\frac{1}{2}$ molécule (95^{gr}), vers 14°, $+17^{Cal},49$ (moyenne de : $+17^{Cal},54$ à $13^{\circ},8$; $+17^{Cal},44$ à $14^{\circ},7$); puis le dégagement de chaleur qui se produit lorsqu'une quantité équivalente de phosphite acide, c'est-à-dire 1 molécule (104^{gr}), est traitée par un excès de soude, soit $+14^{Cal},93$ vers 14° (moyenne : de $14^{Cal},86$ à $13^{\circ},8$; $15^{Cal},00$ à $14^{\circ},1$). Ce qui donne :


$$\tfrac{1}{2}\,P^2O^5H^2Na^2\,\text{sol.} + \tfrac{1}{2}\,H^2O\,\text{liq.} = PO^3H,\,NaH\,\text{sol} \ldots\ldots \quad +2^{Cal},54$$

» L'acide sulfurique produit aussi la même transformation. On a dissous dans cet acide (0,465 molécule de SO^3 par litre) :

» 1° Du phosphite acide de soude anhydre (1 molécule dans 10^{lit}); on

a trouvé, vers 14°,5, $-0^{\mathrm{Cal}},835$ (à 15°, $-0^{\mathrm{Cal}},834$; à 14°,5, $-0^{\mathrm{Cal}},835$);

» 2° Une quantité équivalente de pyrophosphite, c'est-à-dire une demi-molécule, qui a donné, vers 14°,5, $+1^{\mathrm{Cal}},54$ (moyenne de : $+1^{\mathrm{Cal}},47$ à 13°; $+1^{\mathrm{Cal}},61$ à 15°,6).

» Au lieu de $2^{\mathrm{Cal}},54$ trouvé par la soude, on a $2^{\mathrm{Cal}},374$, nombres très voisins.

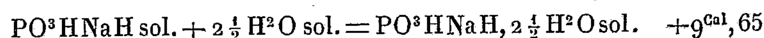
» Une autre série a donné $2^{\mathrm{Cal}},40$.

» Si l'on adopte le nombre 2,4 donné par la méthode de l'acide sulfurique qui présente plus de simplicité, on a :



$$P^2O^5H^2Na^2 \text{ sol.} + H^2O \text{ sol.} = 2PO^3HNaH \text{ sol} \ldots\ldots\ldots \quad +6^{\mathrm{Cal}},24$$

» On a trouvé, d'autre part, en comparant la chaleur de dissolution des phosphites monosodiques :



$$PO^3HNaH \text{ sol.} + 2\tfrac{1}{2}H^2O \text{ sol.} = PO^3HNaH, 2\tfrac{1}{2}H^2O \text{ sol.} \quad +9^{\mathrm{Cal}},65$$

» Soit environ $3^{\mathrm{Cal}},86$ par molécule d'eau de cristallisation.

» On voit donc, ainsi qu'on pouvait le prévoir, que la fixation d'une molécule d'eau au pyrophosphite de soude dégage plus de chaleur que la fixation d'une molécule d'eau de cristallisation au phosphite monosodique. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action du chlorure d'éthylmalonyle sur l'éthylbenzine en présence du chlorure d'aluminium.* Note de MM. **A. Béhal** et **V. Auger**, présentée par M. Friedel.

« Dans une précédente Communication [1], nous avons montré que le chlorure d'éthylmalonyle réagit sur les carbures aromatiques pour donner naissance à une nouvelle classe de diacétones, que nous avons supposées être des hydrométanaphtoquinones. Cependant, certains faits semblaient *a priori* devoir faire rejeter cette hypothèse; c'est ainsi que la benzine et la naphtaline, donnant elles aussi les composés que nous avons désignés sous le nom d'*acides à sels rouges*, ne permettaient point de comprendre cette constitution.

» Il faut, en effet, pour qu'il puisse se former une hydronaphtoquinone, que le carbure aromatique qui entre en réaction possède une chaîne latérale, puisque, pour former le noyau de la naphtoquinone, il faut une chaîne

---

[1] *Comptes rendus*, t. CIX, p. 970.

de quatre atomes de carbone greffée sur un noyau aromatique, et le chlorure d'éthylmalonyle n'en possède que trois; la chaîne se fermant par les atomes de carbone qui renferment du chlore. Cette contradiction n'est qu'apparente; en effet, les analyses des dérivés obtenus avec la benzine et la naphtaline conduisaient à y voir, non un dérivé de la benzine ou de la naphtaline, mais bien un dérivé de l'éthylbenzine ou de l'éthylnaphtaline.

» En présence de ces résultats, nous nous sommes proposé de faire réagir le chlorure d'éthylmalonyle sur l'éthylbenzine, pour essayer d'identifier l'acide à sel rouge obtenu dans cette réaction avec celui qui se forme lorsqu'on opère avec la benzine. Nous supposions que le groupement éthyle du chlorure de l'acide éthylmalonique pouvait donner naissance, en réagissant sur de la benzine, à de l'éthylbenzine.

» Voici comment l'opération a été conduite et quels sont les résultats obtenus :

» On mélange 200^{gr} d'éthylbenzine avec 45^{gr} de chlorure d'éthylmalonyle, puis on ajoute, par portions de 20^{gr}, du chlorure d'aluminium, de façon à arriver à un total de 100^{gr}. On conduit le reste de l'opération comme nous l'avons indiqué dans la Communication précédente que nous avons eu l'honneur de présenter à l'Académie.

» La solution alcaline renferme un acide à sel rouge sur lequel nous reviendrons dans une prochaine Communication.

» Le liquide, plus léger que l'eau, après avoir été agité avec la liqueur alcaline, est lavé et séché sur le chlorure de calcium.

» On distille : l'éthylbenzine passe d'abord; puis on observe, en distillant à la pression ordinaire, un point d'arrêt dans la marche du thermomètre entre 175° et 185°.

» On sépare cette portion et on la rectifie; avec quatre rectifications au moyen d'un tube Lebel-Henninger, on obtient 15^{gr} (1) d'un liquide possédant une odeur faiblement anisée, et passant de 180° à 181° sous 766^{mm}.

» Ce corps est de la métadiéthylbenzine comme le montrent l'analyse et ses différentes propriétés. En effet, oxydée par le permanganate de potasse, elle donne de l'acide métaphtalique. Voici comment on a réalisé cette oxydation :

» On a introduit dans un ballon 13^{gr} de permanganate de potasse dissous dans 250^{gr} d'eau, puis on y a ajouté 4^{gr} de diéthylbenzine. On a adapté au ballon un réfrigérant ascendant et l'on a porté le liquide à l'ébullition; on a fait alors tomber goutte à goutte un léger excès d'une solution de soude concentrée. Lorsque tout le permanganate fut réduit, comme il surnageait de la diéthylbenzine, on a ajouté dans la liqueur

---

(1) En admettant que les portions inférieures et supérieures renferment 5^{gr} de diéthylbenzine, cela fait un rendement de 60 pour 100 du chiffre théorique.

10gr de permanganate dissous et recommencé l'opération comme il vient d'être dit. La liqueur alcaline a été filtrée, puis précipitée par l'acide chlorhydrique et filtrée bouillante. Le précipité a été lavé avec de petites quantités d'eau bouillante. On a obtenu ainsi une poudre cristalline parfaitement blanche et légèrement soluble dans l'eau bouillante, d'où elle se dépose en cristaux microscopiques par refroidissement.

» Le précipité recueilli sur un disque à filtration a été séché, puis repris par environ vingt fois son poids d'éther bouillant (1).

» La liqueur éthérée, filtrée, puis évaporée à sec, a donné un dépôt abondant d'un acide fusible au-dessus de 300° dans un petit tube de verre, mais se volatilisant sans fondre sur une lame de platine chauffée.

» Cet acide est l'acide métaphtalique. Les propriétés que nous venons de décrire ne suffiraient pas à le caractériser, mais nous avons préparé son éther méthylique de la façon suivante :

» L'acide pulvérisé est traité par cinq fois son poids de perchlorure de phosphore à une température voisine de 100°; quand le mélange est liquéfié, on le porte à l'ébullition pendant quelques minutes, et on le verse dans l'alcool méthylique en excès; on étend d'eau; on reprend par l'éther. Ce dernier abandonne, par évaporation, une substance solide que l'on fait cristalliser dans l'alcool méthylique aqueux; on obtient ainsi de longues aiguilles feutrées qui, séchées, fondent à 64°; c'est le point de fusion de l'éther diméthylique de l'acide métaphtalique.

» La diéthylbenzine que nous avons obtenue est donc la métadiéthylbenzine (2).

» Sa densité à 0° = 0,8812. Son indice de réfraction, déterminé au moyen de l'appareil de M. Soret, est égal à 1,472 à 14°.

» Cette formation de diéthylbenzine, à l'aide du chlorure d'éthylmalonyle, est assez singulière; cependant, si l'on songe que la molécule de l'acide malonique est très électronégative, qu'un atome d'hydrogène est facilement remplaçable par un atome de métal, on comprendra que le radical éthyle, qui fait partie du chlorure d'éthylmalonyle, molécule plus électronégative encore, puisse, quoique étant uni directement à un atome de carbone, jouer à peu près le même rôle que s'il était à l'état d'éther éthylique.

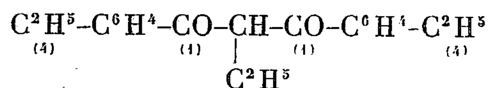
» Indépendamment de la diéthylbenzine, il se forme encore dans cette

---

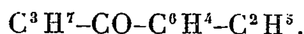
(1) Le résidu renferme un peu d'acide téréphtalique, ce qui montre qu'il se forme dans cette réaction un peu de paradiéthylbenzine.

(2) Ce carbure a été obtenu par M. Voswinkel (*D. chem. G.*, 21, 2829) dans l'action du bromure d'éthyle sur la benzine en présence du chlorure d'aluminium.

réaction une diacétone, l'éthyldiéthylobenzoylméthane



» Ce corps distille dans le vide entre 270° et 275°. Il cristallise facilement dans l'alcool en aiguilles s'assemblant en mamelons. Cette diacétone fond à 88°-89°. Sous l'influence des alcalis, elle se dédouble en acide paraéthylbenzoïque et en propyle-éthylophénylacétone



Cette acétone bout à 150° sous 20^{mm}; sa densité à 0° = 0,9800; son indice de réfraction, déterminé au moyen de l'appareil de M. Sorel, est égal à 1,499 à 14° (1). »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Recherches du pneumocoque dans la pneumonie fibrineuse, consécutive à la grippe.* Note de MM. G. **Sée** et **F. Bordas.**

« Nous avons l'honneur de présenter à l'Académie une Note relative aux recherches que nous avons faites à la clinique de l'Hôtel-Dieu sur le diplocoque de la pneumonie. Nos expériences ont porté sur un grand nombre de malades atteints de pneumonie fibrineuse, consécutive à la grippe, et à diverses périodes d'évolution de la maladie. Les résultats qui nous ont été fournis sont les suivants :

» 1° On rencontre toujours le diplocoque lancéolé de Pasteur-Talamon dans le poumon d'individus ayant succombé à la pneumonie fibrineuse ou lobaire. Dans ce cas, les ensemencements faits avec l'exsudat fibrineux ne fournissent pas une culture pure de pneumocoques; on rencontre un certain nombre de micro-organismes, tels que des streptocoques, *Pyogeus aureus,* etc.

» 2° En ponctionnant la rate, nous avons obtenu des cultures pures et très abondantes de diplocoques lancéolés.

» 3° Les lapins inoculés avec des cultures provenant du sang de la

(1) Travail fait au laboratoire de M. Friedel.

rate n'ont pas tardé à succomber avec tous les caractères de la pneumonie fibrineuse.

» 4° Nous n'avons *jamais* rencontré le diplocoque lancéolé dans le sang d'individus atteints de pneumonie, soit avant, soit immédiatement après la mort, sauf pourtant dans un cas où le malade a succombé à une infection généralisée et à des accidents méningitiques.

» Il en résulte que nous considérons la pneumonie, non seulement comme une maladie locale d'origine infectieuse, mais encore comme une maladie qui peut devenir *infectante*, en ce sens qu'elle peut envahir d'autres organes. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Sur la respiration pulmonaire*. Note de M. **Chr. Bohr**, présentée par M. A. Chauveau.

« Dans une série d'expériences, j'ai étudié sur des chiens la tension des gaz dans le sang artériel et dans l'air expiré en même temps des poumons. Le but de ces recherches était d'éclaircir, par une comparaison entre les tensions des deux côtés des parois des vésicules pulmonaires, si l'échange gazeux dans les poumons est dû à une simple diffusion, ou si les éléments du tissu pulmonaire jouent un rôle actif dans le phénomène.

» Les méthodes employées et les détails des expériences seront décrits dans un Mémoire qui paraîtra prochainement. Je me borne ici à indiquer, dans ses traits principaux, le procédé que j'ai suivi pour déterminer la tension des gaz dans le sang. Le sang se rend directement d'une artère dans un appareil spécialement construit pour ces recherches, et où, sur une grande surface, il échange par diffusion ses gaz avec l'air de l'appareil; puis, après y avoir séjourné une fraction de minute, il rentre dans l'animal soumis à l'expérience par l'extrémité périphérique d'une artère coupée ou par une veine, et est aussitôt remplacé par une nouvelle portion de sang frais. On peut ainsi prolonger beaucoup la durée de l'expérience, tout en n'employant constamment que du sang frais qui ne séjourne que très peu de temps hors de l'animal. En outre, grâce à cette disposition, l'équilibre de l'échange par diffusion entre les gaz du sang et l'air de l'appareil s'établit rapidement; en analysant ensuite cet air et en notant la pression totale dans l'appareil, on peut calculer la tension partielle des différents gaz, et ces tensions sont identiques à celles qu'ils ont dans le sang.

» J'ai déjà, dans *Centralblatt für Physiologie*, 1887-88, publié quelques

expériences exécutées d'après cette méthode; l'air inspiré était dans toutes ces expériences de l'air atmosphérique pur. J'ai maintenant étendu le champ de ces recherches en y joignant des expériences où l'air inspiré renferme une quantité plus ou moins grande d'acide carbonique, condition qui semble devoir être très propre à stimuler l'activité spécifique des poumons, si toutefois cette activité est réelle.

» Les résultats de mes recherches peuvent se résumer dans les propositions suivantes :

» I. La tension des gaz, dans le sang artériel et dans l'air expiré en même temps des poumons, a, dans la plupart des cas, présenté des valeurs telles que les différences de pression des deux côtés des parois des vésicules pulmonaires ne peuvent être la force qui détermine la marche des gaz à travers le tissu des poumons.

» II. Le fait se manifeste surtout clairement dans l'inspiration d'un air renfermant de l'acide carbonique.

» III. La tension dans le sang artériel, tant en ce qui concerne l'acide carbonique que l'oxygène, est très variable dans les différents individus, même s'ils sont placés dans des conditions extérieures identiques; elle peut même, pendant de courtes périodes, varier chez le même individu, sans qu'il se produise de changement appréciable dans les conditions extérieures.

» Il est donc bien permis de considérer l'absorption et l'élimination des gaz à travers les poumons, comme analogues aux phénomènes qui, dans l'organisme, sont compris sous le nom de *sécrétions glandulaires*. De même que les autres organes, les poumons ne peuvent déployer leur activité spéciale que dans des limites étroites, marquées par les conditions physiques extérieures, comme le montrent les phénomènes connus qui se produisent lorsque l'organisme se trouve exposé à un air très pauvre en oxygène ou très riche en acide carbonique. Mais, en dehors de ces cas extrêmes, l'action spéciale du tissu pulmonaire est la principale cause déterminante de la tension des gaz dans le sang. »

PHYSIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Sur le venin de la Salamandre terrestre.* Note de M. **Abel Dutartre**, présentée par M. A. Chauveau.

« Sans m'arrêter sur l'action convulsivante de la salamandrine, signalée et étudiée depuis longtemps sur les Mammifères, j'indiquerai, parmi les

nouveaux résultats de mes recherches, la diminution considérable du nombre des globules sanguins, déjà vue chez la Grenouille (Note du 1er avril) et que j'ai retrouvée chez les Mammifères.

» *Résumé d'une expérience.* — Le 22 mai, sur une petite chienne du poids de 3kg,780, on compte les globules sanguins, au moyen de l'hématimètre de Hayem : 7192000 par millimètre cube. Injection sous la peau du dos de 4cc d'une solution fraîche de venin contenant 1mgr,23 de salamandrine par centimètre cube (1). Après vingt minutes, apparition des premiers accès convulsifs, salivation abondante, pupille fortement dilatée pendant les accès, qui se reproduisent rapidement et durent quelques heures sans présenter cependant de tétanos complet.

» Tous les deux jours, nouvelle injection de la même quantité de venin et numération des globules, dont le nombre diminue régulièrement de 300000 à 400000. La température rectale, pendant les accès convulsifs, qui ne diminuent guère d'intensité, est de 39° à 39°,5.

» Le 9 juin, nombre des globules 2356000.

» 11 juin : il m'est impossible de faire cette numération, le sang se coagulant dans la pipette malgré toutes les précautions prises. Les convulsions sont très violentes, avec tétanos complet : l'animal meurt par asphyxie. A l'autopsie faite de suite, je remarque la complète coagulation du sang dans les vaisseaux.

» Dans cette expérience et dans plusieurs autres, je n'ai pas remarqué d'accoutumance au venin; les convulsions peuvent devenir plus faibles, mais elles sont toujours en rapport avec la vigueur de l'animal. Je continue l'étude de la coagulation du sang et de l'hypersécrétion glandulaire.

» Chez les Invertébrés, l'action du venin varie suivant les groupes. Le Colimaçon et la Limace n'ont présenté aucun indice d'empoisonnement. Des Grillons et des Carabes ont eu une période convulsive très forte, suivie de léthargie qui a disparu dans les vingt-quatre heures.

» Les bactéries vivent et se multiplient rapidement dans la solution aqueuse de venin. Ce dernier ne contient cependant pas de microbes, du moins dans la région profonde des glandes. Des ensemencements sur plaques de gélatine et dans différents bouillons n'ont montré aucune colonie;

---

(1) La solution aqueuse est préparée au moment de s'en servir, en recueillant le venin d'un même nombre de Salamandres, dans une quantité d'eau déterminée. On fait bouillir, on filtre pour séparer les albuminoïdes. 100cc de la solution servent à doser la salamandrine à l'état de chlorure. Dans une longue série d'expériences, la quantité de salamandrine par centimètre cube a varié de 0mgr,96 à 1mgr,5, moyenne 1mgr,23. Les résultats sont aussi exacts qu'en se servant du chlorhydrate, qui me paraît un peu moins actif et qu'il est difficile de conserver pur.

les préparations faites avec le mucus de la surface en présentent, au contraire, de nombreuses.

» La salamandrine ne paraît pas exister dans le sang : l'injection de sérum (préparé selon la méthode de A. Mosso) n'a point produit d'intoxication ; l'étude chimique ne m'a donné aucun résultat.

» Outre la salamandrine, le venin contient un corps volatil à la température ordinaire, qui lui donne son odeur musquée caractéristique, mais que jusqu'alors je n'ai pu recueillir et analyser.

» La larve aquatique ne présente pas de venin comparable à celui de l'adulte.

» La salamandrine rentre dans le groupe des leucomaïnes : les autres Batraciens, Crapaud, Triton, présentent des produits semblables, bien que leur action physiologique soit différente. J'en ai encore trouvé dans la Grenouille verte ou rousse, et des recherches commencées sur l'épiderme de quelques poissons m'ont déjà montré des corps analogues [1]. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sélénétropisme*. Note de M. **Ch. Musset**, présentée par M. Duchartre.

« Dans la séance du 5 mars 1883, j'avais l'honneur de présenter à l'Académie quelques résultats de mes expériences sur l'action fléchissante et directrice de la lumière réfléchie par la Lune, sur des semis de plantes germées à l'obscurité complète. On a reproché à ces résultats de s'adresser à des plantes étiolées, maladives ; c'est sur des plantes ayant poussé librement et à toutes les expositions qu'ont porté mes observations actuelles.

» Du 10 juillet au 14 août dernier, j'ai profité d'une saison florale que j'ai faite à Prémol, pour contrôler mes observations antérieures sur le sélénétropisme [2]; Prémol est une maison forestière sise à 1100^m d'altitude, au milieu d'une forêt de Sapins et d'Epicéas, entrecoupée de larges prairies d'une richesse florale vraiment exceptionnelle. Cette forêt, qui commence à 900^m d'altitude, atteint celle de 1500^m; on a donc là un vaste champ d'étude, et les expositions diverses permettent de contrôler les différentes observations.

---

[1] Laboratoire de Zoologie de la Faculté de Besançon.

[2] Dans ces observations, le zèle de mon fils, Gabriel Musset, Inspecteur adjoint des Forêts, m'a été d'un précieux concours.

» Pendant les nuits exceptionnellement sereines des 11, 12, 13 et 14 juillet, et de même pendant celles des 9, 10, 11, 12 et 13 août, j'ai relevé avec exactitude la position des axes floraux d'un très grand nombre de plantes, par rapport au cours de notre satellite. Voici mon procédé d'observation : à 6^h du soir, je relevais l'orientation des plantes que je devais observer pendant la nuit. Le nombre en est grand ; voici les principales : *Orchis globosa*, *Geum montanum*, *Sonchus Plumieri*, *Leucanthemum vulgare*, *Papaver Rhœas*, *Lychnis Githago*, *Prenanthes purpurea*, divers *Hieracium*, etc., etc. Je plaçais un jalon en arrière et près de la plante et un deuxième en avant, de manière que le plan de courbure du pédicelle fût ainsi déterminé ; à partir de 10^h du soir jusqu'à 2^h, 3^h et 4^h du matin, je relevais les différentes orientations des plantes, à l'aide de jalons placés en avant et circulairement par rapport au jalon situé en arrière comme centre. Tous les relevés de ces diverses orientations donnent la même conclusion et prouvent l'action fléchissante et directrice que la lumière lunaire exerce sur ces plantes. La courbure que prennent les plantes est parfois même exagérée, par suite du poids de la rosée et aussi des gouttes de sève aqueuse, exsudées de la surface même des feuilles et dues, ainsi que l'a démontré le premier M. Duchartre, à une transpiration arrêtée ; il est utile, dans ce cas, d'agiter légèrement les plantes pour les alléger de ce fardeau. Les plantes les mieux situées pour ces sortes d'observations sont celles qui croissent spontanément sur les ruines de l'ancien couvent des Chartreuses ; celles-là, par leur orientation variable de 10^h du soir à 4^h du matin, ne laissent aucun doute sur le phénomène du sélénétropisme.

» Ainsi se trouve démontrée, par l'observation directe, l'influence de la lumière lunaire sur les mouvements d'un grand nombre de plantes ; n'en a-t-elle pas d'autres ? »

MINÉRALOGIE. — *Sur la reproduction artificielle de la malachite*. Note de M. A. de Schulten, présentée par M. Fouqué.

« Pour préparer ce minéral artificiellement, je chauffe une solution de carbonate de cuivre précipité dans du carbonate d'ammonium, dans une fiole au bain-marie, pendant huit jours. On doit remplir la fiole jusqu'au col et renouveler de temps en temps l'eau qui s'est évaporée, pour que la volatilisation du carbonate d'ammonium se fasse lentement. A mesure que le

carbonate d'ammonium se volatilise, le carbonate de cuivre se dépose sous la forme d'une croûte cristalline verte, adhérente aux parois de la fiole. Cette croûte se couvre peu à peu de petits cristaux verts, très nets, de malachite. Leur composition est bien celle de la malachite naturelle :



$$2CuO, CO^2, H^2O,$$

ainsi que le montrent les nombres suivants donnés par l'analyse :

	Trouvé.	Calculé.
CuO	71,33	71,95
CO^2	19,72	19,91
H^2O	8,95 par diff.	8,14
	100,00	100,00

» Chauffés au rouge, les cristaux perdent de l'eau et de l'acide carbonique, et se transforment en oxyde de cuivre noir. La perte s'élève à 28,71 pour 100 (calculé pour $2CuO, CO^2, H^2O$, 28,05 pour 100).

» La densité des cristaux est 3,86 à 15°; celle des cristaux naturels est 3,7-4°,1.

» La malachite artificielle raye facilement le calcaire; elle est rayée par la fluorine; sa dureté est ainsi environ 3,5; celle de la malachite naturelle est 3,5 à 4.

» Au point de vue cristallographique, la malachite artificielle est aussi identique à la malachite naturelle. Les cristaux artificiels ont environ $0^{mm},05$ de longueur, $0^{mm},015$ de largeur et $0^{mm},008$ d'épaisseur; les plus longs atteignent exceptionnellement $0^{mm},1$. On observe les faces h^1 (100), g^1 (010), p(00$\bar{1}$) et m(110). Les cristaux sont allongés suivant l'arête h^1g^1. La face la plus développée est h^1. Sur cette face, les extinctions sont longitudinales.

» L'angle aigu de la face g^1 est égal à environ 62°. L'angle correspondant chez la malachite naturelle est 61°57′ d'après M. Nordenskiöld.

» Les macles sont fréquentes comme chez les cristaux naturels. Elles se font suivant h^1 comme face de jonction, avec axe de rotation perpendiculaire à cette face. Il est à remarquer que les macles se trouvent principalement sur les parois de la fiole qui sont restées les moins chaudes pendant la cristallisation de la matière.

» Le plan des axes optiques est compris dans g^1. Sur cette face, l'angle d'extinction par rapport à l'arête h^1g^1 est de 23°. Le signe d'allongement est négatif. En observant en lumière polarisée convergente sur la face h^1,

on constate que cette face est peu éloignée d'une perpendiculaire à la bissectrice obtuse, que l'angle obtus des axes optiques est grand et que la trace du plan de ces axes est parallèle à l'arête $h^1 g^1$. La bissectrice aiguë qui possède le signe de cette trace est donc négative.

» Les cristaux, vus sur la face g^1 entre les nicols croisés en lumière parallèle, quoique épais seulement de $0^{mm},008$, offrent la teinte verte du commencement de la seconde gamme de Newton. La biréfringence maxima de la substance est donc d'environ 0,080. Toutes ces données cristallographiques et optiques concordent avec ce que l'on sait de la malachite naturelle. »

GÉOLOGIE. — *Sur la présence de fossiles alpins dans le callovien de l'ouest de la France.* Note de M. **A. de Grossouvre**, présentée par M. Daubrée.

« Le callovien qui affleure à l'est et à l'ouest du massif primitif de la Vendée renferme une faune dont certains éléments ne se retrouvent nulle part ailleurs dans les assises de même âge du bassin de Paris et caractérisent au contraire le callovien des Alpes et des Carpathes.

» Déjà depuis longtemps, Deslongchamps a fait connaître l'existence à Montreuil-Bellay de *Rhynchonella trigona*, espèce caractéristique des calcaires blancs calloviens de Vils (Tyrol), qui n'a encore été signalée en France qu'à la Voulte. Il décrit du même gisement une Rhynchonelle spéciale, *Rh. acutiloba*, qui paraît se rattacher aux *Rh. monsalvensis* et *fastigata* Gilliéron, des Alpes de Fribourg ; nous avons retrouvé ce Brachiopode aux environs de Moncontour.

» Dans ces deux mêmes localités, nous avons recueilli *Terebratula antiplecta* Buch, espèce bien connue de Vils.

» De Montreuil-Bellay nous avons en outre une Ammonite complètement identique à un échantillon des Klippen de la Galicie (Babierzowska près Neumarkt), figuré par Uhlig sous le nom de *Sphæroceras*, nf., cf. *Brongniarti* Sowerby.

» Sur l'autre versant du massif de la Vendée, nous avons recueilli, dans une tournée faite avec M. Chartron, membre de la Société géologique, une Térébratule du groupe de la *nucleata* (*Pygope*), très voisine d'une forme de Neumarkt décrite et figurée par Uhlig sous le nom de *T. tenuiplicata* et présentant aussi quelques analogies avec *T. bifrons*, opp.; une Térébratelle du groupe de *Terebratella bivallata*, espèce du callovien de la Voulte, et enfin *Rh. acutiloba* déjà signalée sur le versant oriental.

» M. Choffat nous a fait connaître que le callovien du cap Mondégo (Portugal) présentait une faune très analogue à celle dont nous venons de parler.

» La présence inattendue de cette colonie de fossiles alpins dans le callovien de l'ouest de la France montre donc que la courbe qui limite le facies alpin du facies septentrional, courbe dont Neumayr a montré la signification et l'importance, fait, à partir de la Voulte, une pointe très prononcée vers le nord jusqu'à la vallée de la Loire, aux environs de Saumur, pour redescendre de là directement vers le Portugal. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Les orages magnétiques et les aurores boréales des années* 1842 *à* 1857. Note de M. **Ch.-V. Zenger**, transmise par M. Janssen.

« J'ai comparé les Tables des orages magnétiques de M. Airy avec les Tables des aurores boréales de M. Rubenson, pour mettre en évidence que ces phénomènes sont simultanés sur les continents européens et américains, ce qui montre leur origine extra-terrestre.

» En outre, j'ai comparé les jours des orages magnétiques et des aurores boréales aux jours de la période solaire de 12,6 jours et aux jours du passage des essaims périodiques d'étoiles filantes de l'année terrestre. La coïncidence presque rigoureuse des dates conduit à cette conclusion, que les phénomènes électriques produits par l'induction solaire et par la décharge électrique directe entre les essaims d'étoiles filantes et les couches supérieures de l'atmosphère terrestre sont les causes cosmiques qui produisent simultanément les orages magnétiques et les aurores boréales, parfois sur les deux hémisphères à la fois.

» La décharge électrique se produisant toujours aux points de moindre résistance, on conçoit aisément comment cette décharge peut atteindre parfois seulement certaines parties des continents, tandis que, si la différence de potentiel de l'électricité terrestre et cosmique devient très grande, les décharges d'électricité cosmiques peuvent atteindre l'atmosphère et la surface du globe terrestre entier. Un coup d'œil sur la Table contenant le premier trimestre de l'année terrestre, janvier-mars, fait ressortir la justesse de ces remarques.

Table des orages magnétiques à Greenwich et des aurores boréales en Suède, observés depuis 1842 à 1857.

Dates.	Orages magnétiques.	Aurores boréales.	Jours de la période solaire.	Jours du passage des essaims périodiques.
1842	janv. : 1	janv. : 1 Göteborg.	janv. : 1	
1843	2	Id.		janv. : 2, 3
1852	4	6 Wimmerby.		
1854	8	2 Malmö, magnifique.		
1845	9	6 Skee et Nantes.		
		9 Skee et États-Unis.		
1853	10	7 Hedesunda.		
		10 Id.		
1848	16		13	
1851	16			
1852	19	17 Wimmerby.		15, 19, 21
		20 Id.		
1854	20			
1851	19	22 Wimmerby.		
		23 Upsala, Stockholm.		
1848		23 Nederkalix.		
		24 Stockholm.		
1848	28	26 Hedesunda.		
		28 Stockholm, Hedesunda, Oestad.		31
1843	févr. : 6	févr. :	févr. : 8	févr. : 6, 7
1843	16	16 Morup.		
1852	14, 15	12 Wimmerby.		10
1852	17	13 Nordkoster, flamboyante.		19
1852	18	14 Nordkoster, flamboyante.		
1852	19	15 Nordkoster, flamboyante.		
1852	20	16 Skee et Nordkoster, flamboyante.		
1852	21	17 Nordkoster, flamboyante.		
		18 Göteborg, ciel couvert.		
		19 Karlsbrona, magnifique.	20	
		20 Nordkoster, flamboyante.		

Dates.	Orages magnétiques.	Aurores boréales.	Jours de la période solaire.	Jours du passage des essaims périodiques.
		févr.: 21 Göteborg, forte, rayonnante.		
		23 Gefle, immobile, intense.		
1854	févr. : 16	15 Wimmerby, tranquille.		
1854	24	16 Söderhamm, belle.		
1854	25	25 Nordkoster, lueurs.		
		26 Nederkalix, extraordinaire et magnifique.		
1843	24	24 Falun, Upsala.	févr. : 20	févr. : 19
1851	18	19 Stockholm, faible rayonnante.		
		20 Stockholm, faible rayonnante.		
1848	20	22 Upsala, forte.		
1848	21	24 Falun, rayonnante.		
1848	22			
1848	23			
1848	24			
1850	22	22 Söderhamm, forte et extraordin.		
	23			
1845	24	24 En Suède et dans le Connecticut.		
1847	24	22 Vinberg et Genève.		
1842	24	16 Strengnäs.		
1857	26	19 Tuna, intense, ciel couvert.		
			mars : 5	mars : 1, 2, 4
1847	mars : 1			
1853	7	mars : 14 Filipstad, Skee, sombre, et Genève, brillante.		16
1853	8			
1853	11			
1854	6	2 Stockholm, Wimmerby.		
1854	15	15 Wimmerby.		
1855	16	16 Id.	18	

Dates.	Orages magnétiques.	Aurores boréales.	Jours de la période solaire.	Jours du passage des essaims périodiques.
1855	mars : 12	mars : 9 Nordkoster, lueurs.		
		10 Stockholm.		
		11 Nordkoster, lueurs.		
1857	13			
1848	17	19 Stockholm.		
1848	20	20 Wimmerby, rayonnante.		
1845	26			
1844	29			
	30			
1849	31	28 Wimmerby.	mars : 31	

M. **Duménil** annonce que, d'après ses observations, l'étoile *Mira Ceti*, après avoir présenté, du 31 juillet 1889 au 3 octobre, une grandeur variable entre 4 et 5, a atteint la grandeur 6, qu'elle a conservée du 30 octobre 1889 au 10 janvier 1890.

M. le D[r] **Bergeron** adresse, d'Étoile (Drôme), une Note relative au tubage du larynx dans l'asphyxie du croup.

A 3 heures trois quarts, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures trois quarts. J. B.

ERRATA.

(Séance du 20 janvier 1890.)

Note de M. *Rud. Wolf*, Sur la statistique solaire de l'année 1889 :

Page 123, dernière ligne, *au lieu de* $r = 6',04$, *lisez* $v = 6',04$.

On souscrit à Paris, chez GAUTHIER-VILLARS ET FILS,
Quai des Grands-Augustins, n° 55.

Depuis **1835** les **COMPTES RENDUS** hebdomadaires paraissent régulièrement le *Dimanche*. Ils forment, à la fin de l'année, deux volumes in-4°. Deux Tables, l'une par ordre alphabétique de matières, l'autre par ordre alphabétique de noms d'Auteurs, terminent chaque volume. L'abonnement est annuel et part du 1er janvier.

Le prix de l'abonnement est fixé ainsi qu'il suit :

Paris : **20** fr. — Départements : **30** fr. — Union postale : **34** fr. — Autres pays : les frais de poste extraordinaires en sus.

On souscrit, dans les Départements,

	chez Messieurs :
Agen	Michel et Médan.
Alger	Gavault St-Lager. Jourdan. Ruff.
Amiens	Hecquet-Decobert.
Angers	Germain et Grassin. Lachèse et Dolbeau.
Bayonne	Jérôme.
Besançon	Jacquard.
Bordeaux	Avrard. Chaumas. Vincent. Muller (G.).
Bourges	David.
Brest	Lefournier. F. Robert. J. Robert. Ve Uzel Caroff.
Caen	Baër. Massif.
Chambéry	Perrin.
Cherbourg	Henry.
Clermont-Ferr.	Rousseau. Ribou-Collaye.
Dijon	Lamarche. Ratel. Damidot.
Douai	Lauverjat. Crépin.
Grenoble	Drevet. Gratier.
La Rochelle	Robin.
Le Havre	Bourdignon. Dombre.
Lille	Ropiteau. Lefebvre. Quarré.
Lorient	Gosse. Mme Texier.
Lyon	Beaud. Georg. Mégret. Palud. Vitte et Pérussel.
Marseille	Millaud.
Montpellier	Calas. Coulet.
Moulins	Martial Place.
Nancy	Sordoillet. Grosjean-Maupin. Sidot frères.
Nantes	Loiseau. Mme Veloppé.
Nice	Barma. Visconti et Cie.
Nîmes	Thibaud.
Orléans	Luzeray.
Poitiers	Blanchier. Druineaud.
Rennes	Plihon et Hervé.
Rochefort	Boucheron-Rossignol.
Rouen	Langlois. Lestringant.
St-Étienne	Chevalier.
Toulon	Bastide. Rumèbe.
Toulouse	Gimet. Privat.
Tours	Boisselier. Péricat. Suppligeon.
Valenciennes	Giard. Lemaître.

On souscrit, à l'Étranger,

	chez Messieurs :
Amsterdam	Robbers. Feikema Caarelsen et Cie.
Athènes	Wilberg.
Barcelone	Verdaguer. Piaget.
Berlin	Asher et Cie. Calvary et Cie. Friedlander et fils. Mayer et Müller.
Berne	Schmid, Francke et Cie.
Bologne	Zanichelli et Cie.
Bruxelles	Ramlot. Mayolez. Falk.
Bucharest	Haimann. Ranisteanu.
Budapest	Kilian.
Cambridge	Deighton, Bell et Co.
Christiania	Cammermeyer.
Constantinople	Lorentz et Keil.
Copenhague	Höst et fils.
Florence	Lœscher et Seeber.
Gand	Hoste.
Gênes	Beuf.
Genève	Cherbuliez. Georg. Stapelmohr.
La Haye	Belinfante frères.
Lausanne	Benda. Payot.
Leipzig	Barth. Brockhaus. Lorentz. Max Rube. Twietmeyer.
Liège	Brandt. Gnusé.
Londres	Dulau. Nutt.
Luxembourg	V. Bück.
Madrid	Fuentès et Capdeville. Librairie Gutenberg. Gonzalès e hijos. Yravedra. F. Fé.
Milan	Dumolard frères. Hœpli.
Moscou	Gautier.
Naples	Furcheim. Marghieri di Gius. Pellerano.
New-York	Christern. Westermann.
Odessa	Rousseau.
Oxford	Parker et Cie.
Palerme	Clausen.
Porto	Magalhaès.
Prague	Rivnac.
Rio-Janeiro	Garnier.
Rome	Bocca frères. Loescher et Cie.
Rotterdam	Kramers et fils.
Stockholm	Samson et Wallin.
St-Petersbourg	Librairie Française. Wolff.
Turin	Bocca frères. Brero. Clausen. Rosenberg et Sellier.
Varsovie	Gebethner et Wolff.
Vérone	Drucker.
Vienne	Frick. Gerold et Cie.
Zurich	Meyer et Zeller.

TABLES GÉNÉRALES DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES :

Tomes **1er** à **31**. — (3 Août 1835 à 31 Décembre 1850.) Volume in-4°; 1853. Prix .... **15** fr.
Tomes **32** à **61**. — (1er Janvier 1851 à 31 Décembre 1865.) Volume in-4°; 1870. Prix .... **15** fr.
Tomes **62** à **91**. — (1er Janvier 1866 à 31 Décembre 1880.) Volume in-4°; 1889. Prix .... **15** fr.

SUPPLÉMENT AUX COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES :

Tome I : Mémoire sur quelques points de la Physiologie des Algues, par MM. A. Derbes et A.-J.-J. Solier. — Mémoire sur le Calcul des Perturbations qu'éprouvent les Comètes, par M. Hansen. — Mémoire sur le Pancréas et sur le rôle du suc pancréatique dans les phénomènes digestifs, particulièrement dans la digestion des matières grasses, par M. Claude Bernard. Volume in-4°, avec 32 planches; 1856 .... **15** fr.

Tome II : Mémoire sur les vers intestinaux, par M. P.-J. Van Beneden. — Essai d'une réponse à la question de Prix proposée en 1850 par l'Académie des Sciences pour le concours de 1853, et puis remise pour celui de 1856, savoir : « Étudier les lois de la distribution des corps organisés fossiles dans les différents terrains sédimentaires, suivant l'ordre de leur superposition. — Discuter la question de leur apparition ou de leur disparition successive ou simultanée. — Rechercher la nature des rapports qui existent entre l'état actuel du règne organique et ses états antérieurs », par M. le Professeur Bronn. In-4°, avec 27 planches; 1861... **15** fr.

A la même Librairie les **Mémoires de l'Académie des Sciences**, et les **Mémoires présentés par divers Savants à l'Académie des Sciences.**

N° 4.

TABLE DES ARTICLES. (Séance du 27 janvier 1890.)

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

MÉMOIRES LUS.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

CORRESPONDANCE.

PARIS. — IMPRIMERIE GAUTHIER-VILLARS ET FILS,
Quai des Grands-Augustins, 55

1890

PREMIER SEMESTRE.

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

TOME CX.

N° 5 (3 Février 1890).

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS ET FILS, IMPRIMEURS-LIBRAIRES

DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

Quai des Grands-Augustins, 55.

1890

RÈGLEMENT RELATIF AUX COMPTES RENDUS,

ADOPTÉ DANS LES SÉANCES DES 23 JUIN 1862 ET 24 MAI 1875.

Les *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie* se composent des extraits des travaux de ses Membres et de l'analyse des Mémoires ou Notes présentés par des savants étrangers à l'Académie.

Chaque cahier ou numéro des *Comptes rendus* a 48 pages ou 6 feuilles en moyenne.

26 numéros composent un volume.

Il y a deux volumes par année.

ARTICLE 1er. — *Impression des travaux de l'Académie.*

Les extraits des Mémoires présentés par un Membre ou par un Associé étranger de l'Académie comprennent au plus 6 pages par numéro.

Un Membre de l'Académie ne peut donner aux *Comptes rendus* plus de 50 pages par année.

Les communications verbales ne sont mentionnées dans les *Comptes rendus*, qu'autant qu'une rédaction écrite par leur auteur a été remise, séance tenante, aux Secrétaires.

Les Rapports ordinaires sont soumis à la même limite que les Mémoires; mais ils ne sont pas compris dans les 50 pages accordées à chaque Membre.

Les Rapports et Instructions demandés par le Gouvernement sont imprimés en entier.

Les extraits des Mémoires lus ou communiqués par les correspondants de l'Académie comprennent au plus 4 pages par numéro.

Un Correspondant de l'Académie ne peut donner plus de 32 pages par année.

Dans les *Comptes rendus*, on ne reproduit pas les discussions verbales qui s'élèvent dans le sein de l'Académie; cependant, si les Membres qui y ont pris part désirent qu'il en soit fait mention, ils doivent rédiger, séance tenante, des Notes sommaires, dont ils donnent lecture à l'Académie avant de les remettre au Bureau. L'impression de ces Notes ne préjudicie en rien aux droits qu'ont ces Membres de lire, dans les séances suivantes, des Notes ou Mémoires sur l'objet de leur discussion.

Les Programmes des prix proposés par l'Académi sont imprimés dans les *Comptes rendus*, mais les Raj ports relatifs aux prix décernés ne le sont qu'autai que l'Académie l'aura décidé.

Les Notices ou Discours prononcés en séance pu blique ne font pas partie des *Comptes rendus*.

ARTICLE 2. — *Impression des travaux des Savants étrangers à l'Académie.*

Les Mémoires lus ou présentés par des personne qui ne sont pas Membres ou Correspondants de l'Ac démie peuvent être l'objet d'une analyse ou d'un ré sumé qui ne dépasse pas 3 pages.

Les Membres qui présentent ces Mémoires sor tenus de les réduire au nombre de pages requis. L Membre qui fait la présentation est toujours nommé mais les Secrétaires ont le droit de réduire cet Extra autant qu'ils le jugent convenable, comme ils le for pour les articles ordinaires de la correspondance off cielle de l'Académie.

ARTICLE 3.

Le *bon à tirer* de chaque Membre doit être remis l'imprimerie le mercredi au soir, ou, au plus tard, l jeudi à 10 heures du matin; faute d'être remis à temp le titre seul du Mémoire est inséré dans le *Compte rend* actuel, et l'extrait est renvoyé au *Compte rendu* su vant, et mis à la fin du cahier.

ARTICLE 4. — *Planches et tirage à part.*

Les *Comptes rendus* n'ont pas de planches.

Le tirage à part des articles est aux frais des au teurs; il n'y a d'exception que pour les Rapports e les Instructions demandés par le Gouvernement.

ARTICLE 5.

Tous les six mois, la Commission administrative fa un Rapport sur la situation des *Comptes rendus* aprè l'impression de chaque volume.

Les Secrétaires sont chargés de l'exécution du pré sent Règlement.

Les Savants étrangers à l'Académie qui désirent faire présenter leurs Mémoires par MM. les Secrétaires perpétuels sont priés de le déposer au Secrétariat au plus tard le Samedi qui précède la séance, avant 5h. Autrement la présentation sera remise à la séance suivant

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 3 FÉVRIER 1890,

PRÉSIDENCE DE M. HERMITE

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ASTRONOMIE. — *Sur les noyaux de la grande comète* II *de* 1882. Note de M. F. TISSERAND.

« I. Découverte dans les premiers jours de septembre, cette magnifique comète devint bientôt visible en plein jour, à l'œil nu, près du Soleil. Elle est remarquable par sa très petite distance périhélie (un peu plus d'une fois et demie le rayon du Soleil) qui la rapproche des grandes comètes de 1843 et 1880, avec lesquelles son orbite présente d'ailleurs d'autres points de ressemblance. Mais je veux m'occuper ici surtout des apparences curieuses qu'a présentées son noyau. Rond et très petit dans le voisinage du périhélie, quand les astronomes du Cap le voient en contact avec le disque du Soleil, il s'allonge dès le 22 septembre; le 30, Finlay

y distingue deux points plus brillants. Plus tard, on en compte jusqu'à cinq, qui resteront toujours rangés en ligne droite. Ainsi, dans la tête de la comète, la matière n'est pas distribuée d'une manière uniforme; il existe plusieurs centres de condensation avec des diamètres apparents de 1″ ou 2″. Leurs distances mutuelles changent avec le temps, mais ces noyaux partiels demeurent constamment sur une même droite qui tourne progressivement autour du noyau principal.

» II. Il y a là des conditions spéciales pour le développement des noyaux secondaires. Je me propose de démontrer qu'on peut s'en rendre compte d'une manière simple, en faisant abstraction des attractions mutuelles qui sont certainement très petites, et considérant les divers noyaux comme de petites comètes soumises seulement à l'attraction du Soleil, se mouvant sur des ellipses fort allongées, ayant un même périhélie où elles passent presque en même temps et des grands axes différents, mais dirigés suivant la même droite. Près du périhélie les mobiles sont très rapprochés et enveloppés par une nébulosité assez dense; on ne voit que l'ensemble, sans pouvoir distinguer les détails. Cela devient possible plus tard, quand les centres de condensation se sont séparés de quantités notables et que le reste de la nébulosité s'est affaibli en se répandant sur une surface plus étendue. J'ai pris pour base de mon travail un Mémoire très complet de M. H. Kreutz [1]. Je désignerai avec cet auteur les noyaux par les chiffres 1, 2, 3, 4, 5; 2 est le plus brillant; c'est à lui que se rapporte l'orbite calculée; 3 vient ensuite avec un éclat peu différent, puis 4, et enfin 1 et 5 qui sont très faibles et dont on a peu d'observations. La droite 1-5 est supposée située dans le plan de l'orbite de 2, et fait avec le prolongement du rayon vecteur mené de 2 au Soleil, en sens contraire du mouvement de la comète, un angle aigu γ qui, dans l'intervalle des observations, diminue constamment de 21° à 9°. 1 est le point le plus voisin du Soleil; les autres suivent dans l'ordre des chiffres, 5 étant le plus éloigné, par conséquent du côté de la queue.

» III. Soient r et φ les coordonnées polaires héliocentriques de 2 (rayon vecteur et anomalie vraie), $r + \delta r$, $\varphi + \delta\varphi$ celles de l'un quelconque des autres noyaux, 3 par exemple. On aura, en supposant que les éléments q et T (distance périhélie et temps du passage au périhélie) soient

---

(1) *Untersuchungen über das Cometensystem* 1843 I, 1880 I und 1882 II, I Theil. Kiel, 1888.

les mêmes pour tous les noyaux et que l'excentricité e varie seule de l'un à l'autre, de petites quantités que nous représenterons généralement par δe,

$$(1) \qquad \delta r = \frac{\partial r}{\partial e}\delta e, \qquad \delta \varphi = \frac{\partial \varphi}{\partial e}\delta e.$$

» Un triangle infinitésimal que l'on aperçoit immédiatement donne

$$(2) \qquad \operatorname{tang}\gamma = -\frac{r\,\delta\varphi}{\delta r} = -\frac{r\dfrac{\partial \varphi}{\partial e}}{\dfrac{\partial r}{\partial e}}.$$

δe a disparu de cette expression; γ est donc le même pour les divers noyaux qui resteront bien toujours en ligne droite. Il est vrai que le même raisonnement s'appliquerait encore si l'on faisait varier l'un des autres éléments T ou q au lieu de e; mais on ne représenterait pas ainsi les observations comme nous allons le faire. Nous nous occuperons d'abord des noyaux 2 et 3 qui ont été observés beaucoup plus souvent que les autres. On peut déduire des observations les distances angulaires s des noyaux 2 et 3 vers la Terre, et les valeurs de γ [ce sont les angles $(u - u_0)_c$ du Tableau de M. Kreutz, pages 91 et 92 de son Mémoire; ils ne résultent pas immédiatement des observations, mais s'en déduisent par des calculs faciles].

			s.	γ.
			"	"
(A)	1882. Octobre	3,26	»	21,4
	» »	21,26	11,0	16,2
	» Novembre	3,26	15,5	13,4
	» »	19,26	20,3	11,9
	» Décembre	3,26	23,0	13,9
	» »	28,26	26,0	9,5
	1883. Janvier	31,26	35,0	9,1

» On a d'ailleurs, d'après M. Kreutz,

$$\log q = \bar{3},8893666, \qquad e = 0,9999078, \qquad \text{révolut.} = 772^{\text{ans}},$$
$$T = 1882, \text{ sept. } 17,26, \qquad \ldots.$$

» On peut prendre ensuite avec une précision suffisante (Oppolzer,

Bahnbestimmung, t. II, p. 401) :

$$(3)\quad \begin{cases} \dfrac{1}{r}\dfrac{\partial r}{\partial e} = \dfrac{1}{8}\sin^2 v\left[2+\theta+\operatorname{tang}^2\dfrac{1}{2}v+\left(\dfrac{1}{5}-\dfrac{3}{35}\theta\right)\operatorname{tang}^4\dfrac{1}{2}v\right], \\ \dfrac{\partial v}{\partial e} = -\dfrac{1}{4}\sin v\cos^2\dfrac{1}{2}v\left[-1+\left(1+\dfrac{4}{5}\theta\right)\operatorname{tang}^2\dfrac{1}{2}v\right. \\ \qquad\qquad\qquad\qquad \left.+\left(\dfrac{4}{5}-\dfrac{4}{35}\theta\right)\operatorname{tang}^4\dfrac{1}{2}v\right], \\ \theta = \dfrac{1-e}{1+e}\operatorname{tang}^2\dfrac{1}{2}v. \end{cases}$$

» On trouve aisément, pour les époques considérées,

(B)

$\frac{1}{r}\frac{\partial r}{\partial e}$.	$\frac{\partial v}{\partial e}$.
+ 9,12	− 3,73
+ 15,04	− 4,83
+ 18,64	− 5,40
+ 22,66	− 5,97
+ 25,90	− 6,39
+ 31,25	− 7,03
+ 37,87	− 7,75

» Il en résulte pour γ, par la formule (2), des valeurs γ_c, que nous transcrivons ci-dessous.

(C)

γ_c.	γ_0.	$\gamma_c - \gamma_0$.
22°,2	21°,4	+ 0°,8
17,8	16,2	+ 1,6
15,8	13,4	+ 2,4
14,7	11,9	+ 2,8
13,9	13,9	0,0
12,7	9,5	+ 3,2
11,6	9,1	+ 2,5

» L'accord est satisfaisant. Si l'on prend en effet les valeurs isolées de γ_c (p. 88-91 du Mémoire de M. Kreutz), on pourra se convaincre que les observations sont sujettes, comme il était facile de s'y attendre, à des erreurs assez notables, et qu'en somme nos valeurs de γ_c y satisfont presque aussi bien que les valeurs pondérées employées pour γ_0. Cependant, la série des signes + des résidus (C) est systématique; on la fera disparaître facilement par la plus légère modification apportée à l'un des éléments q et ϖ. Nous reviendrons bientôt sur ce point avec détail dans le *Bulletin astronomique*.

» IV. Le triangle infinitésimal considéré plus haut donne encore

$$\frac{\delta r}{\cos\gamma} = (2\text{-}3);$$

on a, d'ailleurs,

$$(2\text{-}3) = \frac{\Delta \sin s}{n_c},$$

où Δ désigne la distance de la comète à la Terre, et n_c un facteur numérique réduit en Table par M. Kreutz (p. 91). Il en résulte

$$s = \frac{r n_c}{\Delta \cos\gamma} \frac{1}{r} \frac{\partial r}{\partial e} \frac{\delta e}{\sin 1''}.$$

» En remplaçant s et $\frac{1}{r}\frac{\partial r}{\partial e}$ par leurs valeurs (A) et (B), on obtient les équations suivantes

			Résidus.
(D)	$11'',0 = 6,07 \dfrac{\delta e}{\sin 1''}$		$+ 1'',0$
	$15,5 = 9,12$		$+ 0,4$
	$20,3 = 12,28$		$0,0$
	$23,0 = 13,95$		$- 0,1$
	$26,0 = 16,70$		$- 1,6$
	$35,0 = 21,00$		$+ 0,3$

On en tire

$$\frac{\delta e}{\sin 1''} = 1'',653.$$

Les résidus sont parfaitement acceptables, et c'est une seconde preuve en faveur de notre hypothèse.

» V. Passons au noyau 4. On a les observations suivantes des distances 2-3 et 3-4 :

	2-3.	3-4.	$\frac{3\text{-}4}{2\text{-}3}$.
Novembre 3........	14'',65	9'',3	0,635
» 6........	16,5	10,2	0,618
» 19........	20,3	12,7	0,626
Février 27..........	34,6	22,3	0,645

Pour le 3 novembre, on a pris la moyenne de deux observations. On a déduit des nombres ci-dessus les valeurs du rapport $\frac{3\text{-}4}{2\text{-}3}$; cette quantité est restée, comme on voit, sensiblement constante et égale à 0,631. On trouvera donc la trajectoire du noyau 4 en conservant les éléments T et q de 2,

et augmentant l'excentricité de $1,631\,\delta e$, δe correspondant au noyau 3. On obtient ainsi, pour les noyaux 2, 3 et 4, les excentricités suivantes :

$$0,9999078, \quad 0,9999158, \quad 0,9999209.$$

Si l'on adopte 772 ans pour durée de révolution du noyau principal, on trouve 885 ans et 972 ans pour les noyaux 3 et 4. On voit donc que la comète primitive de 1882 se trouve maintenant remplacée par trois autres de périodes différentes.

» Les observations du noyau 1 sont peu nombreuses et ne semblent pas devoir fournir des résultats concordants avec celles de 2, 3 et 4. Ainsi elles donnent en novembre $1\text{-}2 < 2\text{-}3$, et c'est l'inverse qui a lieu en février; peut-être n'a-t-on pas observé la même condensation dans les deux cas. Il est regrettable que nous ne puissions pas tirer de conclusion pour le noyau 1; car, étant plus voisin du Soleil que 2, il a dû donner naissance à une autre comète à période plus courte. Outre les fragments du noyau, dans lesquels nous voulons voir déjà de petites comètes indépendantes, les observations ont montré autour de la comète principale plusieurs nébulosités qui en étaient nettement séparées, et l'accompagnaient néanmoins dans des orbites voisines, comme le calcul l'a montré pour l'une d'elles. Tous ces corps, fragments du noyau, comètes secondaires, vont augmenter le groupe formé par les comètes de 1843, 1880 et 1882, groupe dont nous ne connaissons encore, probablement, qu'une partie des membres.

» VI. La grande comète de 1882 portait donc en elle des germes profonds de division. A quelle cause les attribuer? La réponse n'est pas facile à donner. Il est impossible cependant de ne pas penser à la très petite distance à laquelle la comète a passé du Soleil, et à la vitesse énorme qu'elle possédait alors. Il suffirait, pour obtenir $\delta e = 0,0000131$, d'une variation relative quatre fois plus petite, environ $\frac{1}{300000}$, dans la grandeur de la vitesse périhélie. Cette variation minime peut être produite par des actions intérieures, chocs, attractions mutuelles, explosions provenant d'un développement excessif de chaleur, rotation du noyau, etc.; nous ne pouvons, en l'état, rien préciser.

» Les éléments des grandes comètes de 1843, 1880 et 1882 présentent de grands points de ressemblance; pour les deux premières, notamment, Ω, i, ϖ et q ont des valeurs très voisines. C'est surtout la différence des excentricités qui est la cause des révolutions très différentes (533 ans et 37 ans). En songeant à ce qui s'est passé pour les noyaux de la comète de

1882, on serait porté à penser, mais c'est une simple conjecture, que la comète de 1880 pourrait être un fragment de celle de 1843. On comprendrait dès lors qu'on n'ait pas abouti dans la recherche des apparitions antérieures de la comète de 1880. Le malheur est, pour cette supposition, qu'on n'a pas aperçu de fragment dans la comète de 1843. Cependant je vois dans les descriptions qui la concernent que le noyau présentait des scintillements, et qu'il y eut une queue secondaire qui devint, à un moment donné, plus longue que la queue principale, et qui sembla plus tard en être complètement détachée. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les racines d'une équation algébrique.* Note de M. A. CAYLEY.

« Je reprends la théorie des racines de l'équation $f(u) = 0$; au lieu de la surface $c - z = P^2 + Q^2$, il convient de considérer la surface $(c - z)^2 = P^2 + Q^2$, en faisant attention seulement aux valeurs de z positives et pas plus grandes que c. La théorie est très peu changée; les contours sont les mêmes qu'auparavant, mais ils appartiennent à des altitudes différentes; et, au lieu de maxima $z = c$ pour $P = 0$, $Q = 0$, on a des points coniques, c'est-à-dire, dans l'île montagneuse, au lieu d'un sommet arrondi de montagne, on a un cône ou un pic.

» Mais avec la nouvelle surface, on construit graphiquement l'approximation de Newton : partant d'une valeur réelle ou imaginaire approximative u, on obtient la nouvelle valeur

$$u_1 = u + h = u - \frac{f(u)}{f'(u)}.$$

Je représente u par le point (x, y, z) de la surface $(c - z)^2 = P^2 + Q^2$, ou le point (x, y) du plan des sommets $z = c$; et, de même, u_1 par le point (x_1, y_1, z_1) de la surface, ou (x_1, y_1) du plan des sommets : cela étant, si, par le point (x, y, z) de la surface, on mène la droite de plus grande pente (droite tangente à la surface et perpendiculaire au contour), cette droite rencontrera le plan des sommets en un point (x_1, y_1), et l'on obtient ainsi le point (x_1, y_1, z_1) de la surface, qui représente la valeur cherchée u_1. En particulier, si les coefficients de $f(u)$ sont réels, on a

$$Q = 0;$$

l'équation $(c-z)^2 = P^2 + Q^2$ devient

$$(c-z)^2 = P^2,$$

c'est-à-dire

$$c - z = \pm P$$

ou enfin

$$c - z = \pm f(x),$$

et la section verticale de l'île est formée par des parties de ces deux courbes symétriques : pour la théorie géométrique, on peut évidemment y substituer la seule courbe $c - z = f(x)$.

» J'ai proposé, il y a plus de dix ans (*Amer. math. Journ.*, t. II, 1879), le problème que je nomme *Newton-Fourier imaginary Problem*, et dans une Note (*Quart. math. Journ.*, t. XVI, 1879), *Application of the Newton-Fourier method to the imaginary root of an equation*, j'ai considéré le cas d'une équation quadratique. Pour l'équation $u^2 - 1 = 0$, on a

$$u_1 = u - \frac{u^2-1}{2u} = \frac{1}{2}\left(u + \frac{1}{u}\right);$$

cela donne

$$u_1 - 1 = \frac{1}{2u}(u-1)^2, \qquad u_1 + 1 = \frac{1}{2u}(u+1)^2,$$

et de là

$$\frac{u_1 - 1}{u_1 + 1} = \left(\frac{u-1}{u+1}\right)^2.$$

» Cette dernière équation a rapport aux deux racines $+1$ et -1, et, quoiqu'elle donne les résultats les plus élégants, cependant, en vue de la théorie générale, il vaut mieux considérer l'équation $u_1 - 1 = \frac{1}{2u}(u-1)^2$ qui se rapporte à la seule racine $+1$.

» Je remarque d'abord que la formule originale $u_1 = \frac{1}{2}\left(u + \frac{1}{u}\right)$ donne

$$x_1 = \frac{1}{2}x\left(1 + \frac{1}{x^2+y^2}\right), \qquad y_1 = \frac{1}{2}y\left(1 - \frac{1}{x^2+y^2}\right);$$

donc les valeurs de x et x_1 seront à la fois positives ou négatives, et ainsi l'on peut ne faire attention qu'aux valeurs positives. Cela étant, nous avons

$$x_1 + iy_1 - 1 = \frac{(x+iy-1)^2}{2(x+iy)}.$$

Désignons par A le point $(0, 1)$, par B le point $(0, -1)$, par o le point $(0, 0)$; et aussi par P le point (x, y), et de même par P_1 le point (x_1, y_1);

écrivons aussi $x + iy = se^{i\varphi}$, $x + iy - 1 = re^{i\theta}$, $x_1 + iy_1 = r_1 e^{i\theta}$; l'équation est

$$r_1 e^{i\theta_1} = \frac{1}{2} \frac{r^2 e^{2i\theta}}{se^{2\varphi}};$$

donc

$$r_1 = \frac{1}{2} \frac{r^2}{s} \quad \left(\text{c'est-à-dire } AP_1 = \frac{AP^2}{2\,OP}\right)$$

et

$$\theta_1 = 2\theta - \varphi \quad (\text{c'est-à-dire } \widehat{AP_1 x} = 2\,\widehat{APx} - \widehat{OPx}).$$

Je remarque que, dans la géométrie des vecteurs, la seule équation $AP_1 = \frac{AP^2}{2\,OP}$ dénote l'équation en $x_1 + iy_1$, $x + iy$, c'est-à-dire les deux équations que je viens de trouver.

» Partant d'un point quelconque P, on obtient une suite de points P_1, P_2, P_3, ...; et, si le point P est sur l'axe des $y (x = 0)$, tous les autres points seront aussi sur l'axe de y, et l'on n'approche ni le point A ni le point B. Mais, si la coordonnée x a une valeur positive si petite que l'on veut, on arrive enfin infiniment près du point A, et l'on peut même (dans un sens qui sera expliqué plus bas, mais qui n'est pas le sens le plus naturel) dire que l'approximation est régulière. En effet, on n'a pas toujours $AP_1 < AP$, et ainsi, dans le sens le plus naturel, l'approximation n'est pas toujours régulière. Pour étudier cela, j'écris $AP_1 = AP$; cela donne $AP = 2\,OP$, ou, ce qui est la même chose, $x^2 + y^2 + \frac{2}{3}x = \frac{1}{3}$, c'est-à-dire que le point P sera situé sur le cercle, centre $x = -\frac{1}{3}$ et rayon $= \frac{2}{3}$; en ne faisant attention qu'aux valeurs positives de x, on a un segment compris entre l'axe des y et un arc par les points $\left(x = 0, y = \pm \frac{1}{\sqrt{3}}\right)$, $\left(x = \frac{1}{3}, y = 0\right)$. Si le point P est sur l'arc, on aura $AP_1 = AP$; si P est en dedans du segment, alors $AP_1 > AP$; si P est en dehors du segment, $AP_1 < AP$.

» Mais, en supposant P en dehors du segment, et ainsi $AP_1 < AP$, il peut bien arriver que P_1 soit en dedans du segment, et, cela étant, on aura $AP_2 > AP_1$, et l'approximation ne sera pas régulière. Mais, en considérant le cercle $x^2 + y^2 - \frac{2}{3}x = \frac{1}{3}$, lequel est le cercle, centre A et rayon $\frac{2}{3}$, qui touche le segment au point $\left(x = \frac{1}{3}, y = 0\right)$, alors, en supposant que le point P soit en dedans de ce cercle, on aura $AP_1 < AP$, le point P_1 sera aussi en dedans du cercle, et ainsi en dehors du segment; et les points suc-

cessifs P, P_1, P_2, ... approcheront continuellement le point A; l'approximation sera dans ce cas régulière.

» Il y a ainsi trois régions : le segment, le cercle $x^2 + y^2 - \frac{2}{3}x = \frac{1}{3}$ et le résidu du demi-plan; on pourrait les nommer régions *noire, blanche* et *grise* respectivement. C'est seulement pour un point P à l'intérieur de la région blanche que l'approximation est certainement régulière.

» Nous venons de considérer en effet les cercles qui ont pour centre le point A; $AP_1 < AP$ veut dire que le point P est situé sur un cercle plus grand, et P_1 sur un cercle plus petit; mais, au lieu de ces cercles concentriques, considérons des cercles quelconques qui entourent le point A, sans se couper les uns les autres; et convenons de dire que c'est un bon pas quand on passe du point P sur un cercle plus grand à un point P_1 sur un cercle plus petit : avec cette convention on aura, en général, trois régions, lesquelles cependant ne seront pas les mêmes comme auparavant. En particulier, si nous considérons les cercles $AP = kBP$ (k une constante quelconque plus petite que l'unité), alors il n'y a pas de région noire, ou, si l'on veut, la région noire se réduit à la seule droite $y = 0$; donc il n'y a pas non plus de région grise, et le demi-plan entier est région blanche, c'est-à-dire, dans le sens que je viens d'expliquer, l'approximation est toujours régulière. En effet, c'est là la théorie à laquelle on est conduit au moyen de l'équation $\frac{u_1 - 1}{u_1 + 1} = \left(\frac{u - 1}{u + 1}\right)^2$ ci-dessus mentionnée.

» En parlant de cercles, j'ai fait une restriction qui n'est nullement nécessaire; j'aurais pu parler d'ovales, de forme quelconque, qui entourent le point A sans se couper les uns les autres.

» J'espère appliquer cette théorie au cas d'une équation cubique, mais les calculs sont beaucoup plus difficiles. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Correspondant pour la Section de Mécanique, en remplacement de feu M. *Broch*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 45,

M. Gilbert obtient	....	24 suffrages.
M. Amsler »	....	21 »

M. Gilbert, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la formation d'une liste de deux candidats qui doit être présentée à M. le Ministre du Commerce et de l'Industrie, pour la Chaire de Chimie générale dans ses rapports avec l'Industrie, vacante au Conservatoire des Arts et Métiers.

Au premier tour de scrutin, destiné à la désignation du premier candidat, le nombre des votants étant 43,

M. Jungfleisch obtient. . . . . 38 suffrages.
M. Riban » . . . . 5 »

Au second tour de scrutin, destiné à la désignation du second candidat, le nombre des votants étant 40,

M. Riban obtient. . . . . 29 suffrages.
M. Guignet » . . . . 11 »

En conséquence, la liste présentée par l'Académie à M. le Ministre du Commerce et de l'Industrie comprendra :

En première ligne . . . . M. **Jungfleisch**.
En seconde ligne . . . . M. **Riban**.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. **G. Boyer** soumet au jugement de l'Académie un Atlas orogéologique du département du Doubs.

L'Atlas et la Note qui l'accompagne sont renvoyés à l'examen de la Section de Minéralogie et Géologie.

M. **Jules Peroche** adresse une Note sur « les climats terrestres dans les temps géologiques ».

(Commissaires : MM. Daubrée, Des Cloizeaux, Fouqué.)

M. **J. Léotard** adresse une Note sur « le climat de Marseille ».

(Commissaires : MM. Cornu, Mascart, H. Becquerel.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Président** annonce à l'Académie le décès de M. *Melchior Neumayr*, professeur de Paléontologie à l'Université de Vienne, qu'une mort prématurée et à jamais regrettable a enlevé à la Science le 29 janvier.

M. Neumayr, le gendre et le collègue de notre illustre Correspondant M. Suess, avait pris part à ses travaux. On doit surtout rappeler, parmi les publications de l'éminent géologue, son beau Livre intitulé *Erdgeschichte*, où les vues originales et profondes de l'Ouvrage capital de M. Suess, *Antlitz der Erde*, ont été exposées et développées avec le plus grand talent.

M. **Sebert** prie l'Académie de vouloir bien le comprendre parmi les candidats à la place laissée vacante, dans la Section de Mécanique, par le décès de M. *Phillips*.

(Renvoi à la Section de Mécanique.)

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, un Ouvrage de M. *H. Pellat*, ayant pour titre : « Leçons sur l'Électricité (Électrostatique, pile, électricité atmosphérique) faites à la Sorbonne en 1888-1889 ».

GÉOMÉTRIE CINÉMATIQUE. — *Sur un mode de transformation en Géométrie cinématique*. Note de M. **A. Mannheim**.

« Jusqu'à présent on ne connaissait pas de mode de transformation applicable en Géométrie cinématique, car il ne faut pas songer à faire usage des procédés de transformation ordinairement employés en Géométrie : il est bien clair, en effet, qu'à une figure de forme invariable prise dans différentes positions, ne correspondent pas, en général, des figures de forme invariable.

» Les propriétés relatives aux déplacements des points d'une droite et celles qui concernent des faisceaux de plans de grandeur invariable ont été étudiées séparément. Elles présentent des analogies (¹) très grandes

(¹) Voir ma Communication au Congrès de Lyon (1873), intitulée : *Quelques théo-*

que j'ai déjà eu l'occasion de signaler et qui m'ont fait penser qu'il devait y avoir un procédé de transformation permettant de passer des unes aux autres.

» C'est un pareil procédé, dont on n'avait pas encore d'exemple, que je vais faire connaître aujourd'hui en l'appliquant à quelques théorèmes.

» Prenons d'abord ce théorème qui est bien connu :

» Théorème I. — *Une droite* D *se déplace de façon que trois de ses points* a, b, c *restent respectivement sur des sphères dont les centres* α, β, γ *appartiennent à une droite* O; *les autres points de* D *se déplacent aussi sur des sphères dont les centres sont sur* O (¹).

» De chacun des points α, β, γ, comme centres, décrivons une sphère. Ces trois sphères fixes, je les désigne par (F). Du point a décrivons une sphère tangente à la sphère de centre α; de même pour b et c. Appelons (M) ces nouvelles sphères que je suppose de grandeur invariable.

» Pendant le déplacement de D; les sphères (M) entraînées restent respectivement tangentes aux sphères fixes (F). Comme pendant le déplacement de D un point arbitraire l de cette droite reste sur une sphère, dont le centre λ est sur O, une sphère de grandeur invariable, dont le centre est l et entraîné avec ce point, restera tangente à deux sphères concentriques dont le centre commun est λ. On a alors ce théorème :

» Théorème II. — *Des sphères* (M), *dont les centres appartiennent à une droite* D, *forment une figure de grandeur invariable. Si on les déplace de façon que trois d'entre elles restent respectivement tangentes à trois sphères fixes* (F), *dont les centres appartiennent à une droite* O, *chacune des sphères mobiles* (M) *reste tangente à deux sphères concentriques dont le centre commun est sur* O.

» Si l'on suppose la droite D à l'infini, les sphères (M) deviennent alors des plans parallèles à une droite, et le théorème II peut s'énoncer dans ce cas particulier.

» Au lieu de plans parallèles à une droite, on peut prendre un faisceau de plans, et l'on a alors ce théorème que je n'ai pas encore publié :

» Théorème III. — *Un faisceau de plans de grandeur invariable se déplace de façon que trois de ses plans restent respectivement tangents à des sphères*

---

rèmes montrant l'analogie qui existe entre les propriétés relatives aux surfaces décrites par les points d'une droite et les surfaces touchées par les plans d'un faisceau mobile.

(¹) Dans la séance du 1er mars 1886, j'ai donné une démonstration directe de ce théorème.

fixes dont les centres appartiennent à une droite O; *un plan quelconque du faisceau mobile reste tangent à une sphère dont le centre est sur* O ([1]).

» Ce théoréme est tout à fait analogue au théorème I, et l'on voit comment il en est la transformation. On peut dire que les théorèmes I et III sont des cas particuliers du théorème II. Cela montre l'avantage qu'il y a à substituer l'étude des déplacements de la figure de grandeur invariable formée par des sphères dont les centres sont en ligne droite à celle des déplacements de points en ligne droite, puisqu'une pareille figure conduit aux points en ligne droite lorsque les sphères mobiles ont leur rayon nul, et aux plans parallèles à une droite lorsque les rayons de ces sphères sont infinis.

» Pour simplifier le langage, je propose de nommer *file de sphères* la figure de forme invariable constituée par des sphères dont les centres appartiennent à une droite.

» Avant de passer à un autre exemple relatif à une file de sphères, remarquons que l'on peut aussi faire différentes hypothèses sur les rayons des sphères fixes qui entrent dans l'énoncé du théorème II. On arrive ainsi à ces théorèmes nouveaux :

» Théorème IV. — *Un prisme de grandeur invariable se déplace de façon que trois de ses faces latérales passent respectivement par trois points d'une droite fixe* O; *une autre face latérale du prisme reste tangente à une sphère dont le centre est un point de* O.

» Théorème V. — *Si l'on déplace une file de sphères de façon que trois de ces sphères restent respectivement tangentes à trois plans fixes parallèles à une droite, chacune des autres sphères mobiles reste tangente à deux plans parallèles à cette droite.*

» Théorème VI. — *Une droite se déplace de façon que trois de ses points restent respectivement sur des plans fixes parallèles à une droite. Un point quelconque de la droite mobile décrit un plan parallèle à la droite fixe.*

» Appliquons encore notre mode de transformation au théorème suivant que j'ai déjà fait connaître ([2]) :

» Théorème VII. — *Les centres de courbure principaux des surfaces tra-*

([1]) La démonstration directe de ce théorème est tout à fait analogue à celle que j'ai donnée pour le théorème I.

([2]) Voir mon Mémoire *Sur les surfaces trajectoires des points d'une figure de forme invariable dont le déplacement est assujetti à quatre conditions* (*Recueil des Savants étrangers*, t. XXII, et *Congrès de Lyon*, *loc. cit.*).

jectoires des points d'une droite mobile sont sur une courbe gauche du sixième ordre.

» Remplaçons la droite mobile par une file de sphères. Pendant le déplacement, ces sphères restent tangentes à des surfaces respectivement parallèles aux surfaces trajectoires de leurs centres. On peut donc dire :

» Théorème VIII. — *Les centres de courbure principaux des surfaces auxquelles restent tangentes les sphères d'une file de sphères qui est mobile sont sur une courbe gauche du sixième ordre.*

» Si la droite des centres des sphères mobiles est rejetée à l'infini, on arrive à un théorème dont j'énonce seulement ce cas particulier :

» Théorème IX. — *Les surfaces auxquelles les plans d'un faisceau de grandeur invariable restent tangents pendant les déplacements de ce faisceau ont leurs centres de courbure principaux sur une courbe gauche du sixième ordre.*

» Ce théorème, tout à fait analogue au théorème VII, en est, comme on le voit, la transformation.

» Dans cette courte Note, j'ai supposé que les points de la droite mobile se déplaçaient sur leurs surfaces trajectoires; il reste à parler de la transformation des propriétés relatives au déplacement d'une droite dont les points décrivent des lignes trajectoires. »

GÉOMÉTRIE. — *Détermination des surfaces harmoniques réglées.* Note de M. L. Raffy, présentée par M. Picard.

« On connaît fort peu de surfaces dont l'élément linéaire soit réductible à la forme harmonique (forme de Liouville). Pour en trouver de nouvelles classes, j'emploie deux procédés principaux. Le premier consiste à se donner la forme analytique des coordonnées de la surface en fonction de deux paramètres et à déterminer les fonctions inconnues, de manière que l'élément linéaire soit harmonique. Le second consiste à chercher les surfaces harmoniques parmi celles dont on peut obtenir une génération quand on se donne seulement leur élément linéaire.

» Je ferai connaître aujourd'hui un exemple de ce second procédé, en donnant toutes les formes distinctes que peut prendre l'élément linéaire des surfaces qui sont à la fois réglées et harmoniques. On sait, en effet,

qu'il n'y aura plus qu'à effectuer des quadratures pour obtenir explicitement les coordonnées de toutes ces surfaces.

» Je prendrai pour point de départ une proposition fondamentale, que j'emprunte au Cours professé l'an dernier par M. Darboux, et qui peut s'énoncer ainsi :

» *L'élément linéaire d'une surface étant donné sous la forme générale*

$$ds^2 = \mathrm{E}\,du^2 + 2\mathrm{F}\,du\,dv + \mathrm{G}\,dv^2, \tag{1}$$

on considère l'équation aux dérivées partielles

$$\Delta(u, v, p, q) = \frac{\mathrm{E}q^2 - 2\mathrm{F}pq + \mathrm{G}p^2}{\mathrm{EG} - \mathrm{F}^2} = 1, \tag{2}$$

dont dépend la détermination des géodésiques. Pour que l'élément linéaire (1) *soit harmonique, il faut et il suffit que cette équation admette une intégrale du second degré*

$$\varphi = \mathrm{A}p^2 + 2\mathrm{B}pq + \mathrm{C}q^2 = \text{const.}, \tag{3}$$

dont le premier membre n'ait pas de facteur linéaire $\xi p + \eta q$ *commun avec le trinôme* $\mathrm{E}p^2 - 2\mathrm{F}pq + \mathrm{G}q^2$.

» *Si le trinôme* φ *est le carré d'une fonction linéaire de* p *et de* q, *l'élément* (1) *ne convient qu'à des surfaces applicables sur des surfaces de révolution.*

» *La condition pour que l'équation* $\varphi =$ const. *soit une intégrale de l'équation* (2) *est que l'on ait, quels que soient* p *et* q,

$$\frac{\partial\Delta}{\partial u}\frac{\partial\varphi}{\partial p} - \frac{\partial\Delta}{\partial p}\frac{\partial\varphi}{\partial u} + \frac{\partial\Delta}{\partial v}\frac{\partial\varphi}{\partial q} - \frac{\partial\Delta}{\partial q}\frac{\partial\varphi}{\partial v} = 0.$$

» Cela posé, j'exclus de mon analyse les surfaces réglées applicables sur les surfaces de révolution ; elles ont été déterminées par M. Darboux dans une Leçon récente, et je les avais obtenues de mon côté par une autre voie, en me restreignant, il est vrai, au cas des génératrices réelles. D'ailleurs, elles s'obtiennent sans difficulté par l'application du théorème précédent au cas où l'intégrale φ est du premier degré. Je puis donc prendre pour élément linéaire des surfaces S qui n'ont pas de plan directeur tangent au cercle de l'infini

$$ds^2 = du^2 + [(u - \alpha)^2 + k^2]\,dv^2,$$

et pour les surfaces Σ qui admettent un tel plan directeur

$$ds^2 = du^2 + (u - \alpha)\,dv^2.$$

» Par des calculs, dans le détail desquels je ne puis entrer, j'ai obtenu les résultats suivants :

» Pour les surfaces S, il y a deux formes de l'élément linéaire. La première s'obtient en prenant pour l'inverse t du paramètre de distribution k la fonction de v qui satisfait à l'équation

$$dv = \frac{t\,dt}{\sqrt{-4t^4 - 2gt^3 + g_0 t^2 - 2\lambda t}},$$

où g, g_0 et λ sont trois constantes arbitraires; l'angle ω de la génératrice avec la ligne de striction est donné par la formule

$$\cot\omega = \frac{\sqrt{k}}{2\sqrt{2\lambda}}(g_0 - 4\lambda k).$$

» Ce premier élément linéaire devient identique à celui de l'hyperboloïde

$$\frac{x^2}{a^2} + \frac{y^2}{b^2} - \frac{z^2}{c^2} = 1,$$

quand a^2, b^2 et $-c^2$ sont les racines de l'équation

$$\rho^3 - \frac{4g}{\lambda}\rho^2 - \frac{g_0}{2\lambda}\rho + \frac{\lambda^2}{4} = 0.$$

» La seconde forme de l'élément linéaire peut s'écrire

$$(1) \qquad ds^2 = du^2 + \frac{(u-\alpha)^2 + k^2}{4k^2(\beta^2 k - 1)}\,dk^2,$$

en appelant toujours h le paramètre de distribution, et prenant pour α l'intégrale

$$\alpha = \gamma \int \frac{k\,dk}{\sqrt{\beta^2 k^2 - k}},$$

où β et γ sont deux constantes arbitraires.

» Pour les surfaces Σ, il y a aussi deux formes de l'élément linéaire,

(II) $$ds^2 = du^2 + \left(u + av + be^{\frac{v}{a}}\right) dv^2,$$

(III) $$ds^2 = du^2 + \left(u - \frac{v^2}{2}\right) dv^2,$$

a et b désignant deux constantes arbitraires.

» Aux éléments donnés par les formules (I), (II) et (III) correspondent des surfaces réglées applicables sur des paraboloïdes, réels ou imaginaires. Ainsi, abstraction faite des surfaces qui ont même cône directeur que la sphère, les surfaces développables, les surfaces réglées applicables sur les surfaces de révolution et celles qui sont applicables sur les quadriques composent l'ensemble des surfaces harmoniques réglées. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les transformations simplement rationnelles des surfaces et sur une classe d'équations différentielles.* Note de M. **Paul Painlevé**, présentée par M. Picard.

« Dans une Note récente (*Comptes rendus*, 27 janvier 1890), j'ai fait l'étude des transformations rationnelles des surfaces algébriques; j'ai pour cela divisé ces surfaces en trois classes. Soient

(1) $$F(x, y, z) = 0,$$

(2) $$F'(x', y', z') = 0$$

deux surfaces S et S' et

(3) $$x = h(x', y', z'), \qquad y = k(x', y', z'), \qquad z = l(x', y', z')$$

une substitution rationnelle qui transforme S en S'.

» Si S est de la première classe, il n'existe qu'un nombre fini de substitutions (3), et on les détermine algébriquement. Plus généralement, cherchons toutes les surfaces S *distinctes* de la première classe, qui correspondent rationnellement à la surface donnée S'. (Nous ne regardons pas comme distinctes deux surfaces qui correspondent birationnellement.) On peut toujours supposer S de degré $(p_1 - p + 3)$, par suite de degré au plus égal à $(p'_1 - p' + 3)$. On *détermine dès lors algébriquement toutes les surfaces cherchées de ce degré*. Il n'existe qu'un nombre fini q de surfaces S de la première classe réellement distinctes et répondant à la question.

» Plaçons-nous maintenant dans le cas où la surface S appartient à la deuxième classe. On peut déterminer algébriquement toutes les substitutions (3) et, par suite, il n'en existe qu'un nombre fini. On le voit, en raisonnant comme M. Picard et en exprimant que les équations

$$(4)\qquad \frac{Q_2}{Q_1} = \frac{\Sigma \mu_i Q'_i}{\Sigma \lambda_i Q'_i}, \qquad \frac{Q_3}{Q_2} = \frac{\Sigma \nu_i Q'_i}{\Sigma \lambda_i Q'_i}$$

et les équations (1) et (2) déterminent rationnellement un système de valeurs x, y, z en fonction du point (x', y', z') de S'. Si $p_1 = p'_1$, la transformation est birationnelle.

» On peut également déterminer algébriquement toutes les surfaces S *distinctes* de la deuxième classe, qui correspondent rationnellement à S'. Dans tous les cas, S n'étant pas de la troisième classe, si μ désigne le nombre des points (x', y', z') qui correspondent à (x, y, z), on a

$$\mu(p_1 - 1) \leqq p'_1 - 1.$$

» Supposons maintenant que S soit de la troisième classe, ce qui a toujours lieu si S' appartient aussi à cette classe. Nous aurons

$$\frac{Q_2}{Q_1} = \frac{\Sigma \mu_i Q'_i}{\Sigma \lambda_i Q'_i} = \frac{Q'_k}{Q'_j}.$$

Il doit exister un faisceau de surfaces Σ', dépendant de $(p - 1)$ paramètres et tel que deux surfaces du faisceau, qui ont un point arbitraire commun, coïncident le long de S'. Cette condition, toujours satisfaite si $p = 2$, montre que, si $p = p'$, S' doit être de la troisième classe. Il faut, de plus, que la courbe C (de genre 1)

$$Q_2 - \alpha Q_1 = 0, \qquad F = 0$$

corresponde rationnellement à la courbe C'

$$Q'_k - \alpha Q'_j = 0, \qquad F' = 0.$$

La question revient à reconnaître si une intégrale de première espèce de la courbe C' (pour un certain faisceau de surfaces Σ') ne se ramène pas aux intégrales elliptiques.

» Cette question résolue, on déterminerait algébriquement les transformations (3). *Si le module k^2 des courbes C est constant, la transformation (3) peut dépendre d'un paramètre et de plusieurs entiers arbitraires. Si k^2*

n'est pas constant, la transformation ne saurait dépendre que d'entiers arbitraires.

» Cette étude se rattache au problème de la transformation des fonctions hyperfuchsiennes. Elle trouve aussi une application dans la théorie des équations différentielles du second ordre. Soit

$$F[y'', y', y, (x)] = 0 \tag{5}$$

une équation dont le premier membre est un polynôme, irréductible, en y'', y', y. Supposons que son intégrale générale dépende algébriquement des constantes; l'intégrale n'admet alors qu'un nombre fini de valeurs se permutant autour des points critiques mobiles (mais la réciproque n'est pas vraie). On peut mettre d'une infinité de manières l'intégrale sous la forme

$$\alpha = R[y'', y', y, (x)],$$
$$\beta = R'[y'', y', y, (x)],$$
$$\gamma = R''[y'', y', y, (x)],$$

et choisir ces intégrales premières de telle façon que toute intégrale de même forme

$$\delta = R'''[y'', y', y, (x)]$$

s'exprime rationnellement en α, β, γ, (dans ces égalités, R, R', ... désignent des fonctions rationnelles de y'', y', y). Les quantités α, β, γ sont liées par une relation algébrique

$$\varphi(\alpha, \beta, \gamma) = 0, \tag{6}$$

que j'ai appelée *relation fondamentale* (voir les *Comptes rendus*, novembre 1888).

» Si le genre de (6) est supérieur à (1) et si cette surface n'appartient pas à la troisième classe, l'intégrale de (5) s'obtient algébriquement. Si la surface (6) rentre dans la troisième classe, une intégrale première est de la forme

$$\frac{\Sigma \mu_i Q'_i[y'', y', y, (x)]}{\Sigma \lambda_i Q'_i[y'', y', y, (x)]} = \text{const.},$$

et l'équation se ramène à une équation linéaire d'ordre au plus égal à $p + p_1 - 2$.

» En définitive, proposons-nous le problème suivant :

» *Reconnaître si l'intégrale de* (5) *dépend algébriquement des constantes, la relation fondamentale correspondante étant de genre plus grand que* 1.

» On reconnaît algébriquement s'il en est ainsi, et l'équation s'intègre alors algébriquement, ou bien l'on ramène l'équation aux équations linéaires. »

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Observations solaires du second semestre de* 1889. Note de M. Tacchini.

« J'ai l'honneur d'envoyer à l'Académie le résumé des observations solaires faites à l'Observatoire royal du Collège romain, pendant le second semestre de 1889. Le nombre des jours d'observations a été de 154 pour les taches et les facules, savoir : 31 en juillet, 31 en août, 23 en septembre, 22 en octobre, 24 en novembre et 23 en décembre. Voici les résultats :

1889.	Fréquence relative des taches.	Fréquence relative des jours sans taches.	Grandeur relative des taches.	Grandeur relative des facules	Nombre des groupes par jour.
Juillet	2,75	0,39	16,97	14,35	0,87
Août	6,97	0,19	20,03	17,77	1,26
Septembre	1,18	0,48	8,22	28,48	0,61
Octobre	0,64	0,73	1,55	18,18	0,27
Novembre	0,00	1,00	0,00	0,62	0,00
Décembre	1,68	0,61	4,09	29,55	0,65

» Exception faite du mois d'août, les observations relatives aux autres mois démontrent que la période de calme s'est prolongée jusqu'à la fin de l'année, et je puis ajouter que les observations de janvier 1890 indiquent déjà que cette période continue encore.

» Pour les protubérances hydrogéniques, nous avons obtenu les résultats suivants :

1889.	Nombre de jours d'observations.	Protubérances. Nombre moyen.	Protubérances. Hauteur moyenne.	Protubérances. Extension moyenne.
			m	°
Juillet	30	2,10	28,9	0,9
Août	31	3,19	34,3	0,9
Septembre	20	3,75	36,5	1,3
Octobre	12	2,50	40,6	1,4
Novembre	22	2,14	36,7	1,4
Décembre	14	1,71	17,8	0,7

» Le phénomène des protubérances solaires a donc toujours été faible

pendant toute la série des observations, et, dans le mois de décembre, on a eu plusieurs jours sans protubérances solaires.

» L'état de grand calme dans lequel le Soleil s'est maintenu depuis le mois d'août permet de nous considérer dans la période du véritable minimum. »

PHYSIQUE. — *Sur la propagation du son.* Note de MM. **Violle** et **Vautier**, présentée par M. Mascart.

« Les expériences que nous avons faites sur la propagation du son dans un tuyau cylindrique, et dont nous avons eu l'honneur de présenter les premiers résultats à l'Académie ([1]), nous ont permis d'établir les faits suivants :

» 1° Quelle que soit la nature de l'ébranlement initial, l'onde sonore, par le fait même de sa propagation, tend vers une forme simple, déterminée.

» 2° Cette forme une fois atteinte, les différentes parties de l'onde se propagent avec une même vitesse uniforme, qui doit être regardée comme la vitesse normale de propagation du son.

» 3° L'ébranlement provoqué par un coup de pistolet présente d'abord une forme complexe, et les diverses parties se transportent avec des vitesses différentes ; mais le sommet de l'onde prend promptement la vitesse normale, tandis que le front, parti avec une vitesse trop grande, ralentit progressivement son allure, en tendant vers cette même vitesse normale.

» 4° L'intensité du son du pistolet n'a aucune action sur la vitesse normale; mais l'excès de vitesse du front croît avec l'intensité.

» 5° Dans les limites entre lesquelles varie habituellement l'intensité des sons musicaux, elle ne modifie en rien leur vitesse de propagation, laquelle atteint très vite la valeur normale.

» 6° Les différences de hauteur des sons musicaux sont également sans influence sur leur vitesse de propagation.

» 7° Dans un tuyau de $0^{m},700$, le coup d'un pistolet chargé à 3^{gr} de poudre s'entend à plus de 13^{km}, le chant d'une flûte de 16^{pi} frappe encore l'oreille à 6^{km}; mais l'un et l'autre disparaissent comme son quand

([1]) Le Mémoire complet paraîtra prochainement aux *Annales de Chimie et de Physique*.

l'ébranlement initial s'est fondu en une onde unique, que les membranes suivent aisément au delà de 50^{km}.

» 8° La vitesse de propagation du son à l'air libre est plus grande que dans un tuyau, où l'influence des parois amène un retard en raison inverse du diamètre et dépassant $0^m,46$ dans un tuyau de 1^m de diamètre.

» 9° La vitesse normale de propagation du son dans l'air libre, sec et à zéro, est

$$331^m,10,$$

l'erreur probable étant inférieure à $0^m,10$. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur l'état du champ magnétique dans les conducteurs à trois dimensions*. Note de M. P. **Joubin**, présentée par M. Mascart.

« Un courant électrique traversant un conducteur linéaire produit en tous les points du milieu extérieur un champ magnétique; c'est-à-dire qu'une petite masse magnétique ou un élément de courant placés en un point quelconque tendent à se mouvoir sous l'action de la force électromagnétique qui leur est appliquée. La distinction entre les deux régions de l'espace séparées par la surface du conducteur semble alors très nette. Dans l'une, une force *électromotrice,* agissant seulement sur l'électricité, est dirigée dans le sens du courant; dans l'autre, une force *électromagnétique,* appliquée au support du courant ou de la masse magnétique, a une tout autre direction; s'il s'agit d'un courant rectiligne indéfini, par exemple, elle sera dans un plan perpendiculaire au fil. En est-il toujours de même quand, au lieu de considérer un conducteur linéaire, on s'adresse à un conducteur à trois dimensions? Le champ magnétique est-il limité à sa surface extérieure?

» C'est ce que je me suis proposé d'examiner en cherchant quelle est l'action, en tous les points de l'espace, d'un courant traversant un conducteur rectiligne indéfini à large section.

» J'ai réalisé ce conducteur de la façon suivante : un gros manchon de verre, de 18^{cm} de diamètre et de 60^{cm} de hauteur, est posé sur une couche de mercure contenu dans une marmite en fonte, et rempli d'une dissolution de sulfate de cuivre; le mercure refoulé à l'extérieur fait équilibre à la colonne liquide, et, en même temps, la couche inférieure sert d'électrode pour amener le courant. Une deuxième électrode est formée par une

feuille de cuivre de même diamètre que le manchon et est maintenue à la surface supérieure de la dissolution. Les fils qui conduisent le courant dans cet appareil sont placés suivant son axe au-dessus et au-dessous. Enfin on suspend à l'intérieur du cylindre, par un fil de cocon, un très petit aimant muni d'un miroir. Quand on ferme le circuit, voici ce qu'on observe :

» I. Si l'on place dans l'axe du premier manchon un tube de diamètre plus petit (5^{cm} par exemple), de façon à isoler une portion de l'espace compris à l'intérieur du courant, on constate que l'action de la portion annulaire du courant en tout point intérieur au tube est nulle.

» II. Enlevons le second tube et déplaçons le petit aimant le long d'un rayon du cylindre : l'action, nulle d'abord au centre, croît à mesure qu'on s'en éloigne, et proportionnellement à la distance.

» III. Le même aimant suspendu à l'extérieur du manchon subit, au voisinage de sa surface, la même action que de l'autre côté à l'intérieur ; si l'on s'éloigne, la force varie en raison inverse de la distance à l'axe du cylindre.

» Tels sont les phénomènes observés. Il est facile de s'en rendre compte. En effet, dans les conditions de l'expérience, on peut considérer la densité du courant comme constante dans le conducteur cylindrique et décomposer celui-ci en filets élémentaires, chacun d'eux étant traversé par le même courant $i = \frac{I}{\pi R^2}$. Or l'un quelconque de ces filets, B, a sur un point A situé à la distance normale $r = AB$ une action égale à $\frac{2i}{r}$ et perpendiculaire au plan du filet B et de la droite AB, de sorte que tout se passe comme si le point d'intersection B du plan mené par A perpendiculairement au filet conducteur agissait sur la masse A égale à l'unité suivant la loi $f = \frac{2i}{r}$. Il en sera de même pour tous les autres conducteurs élémentaires, dont l'ensemble pourra être représenté par la surface du cercle de section du cylindre dont chacun des points agirait suivant la loi précédente. Il suffira alors d'effectuer l'intégrale $\int f\,dS$, dS représentant un élément de surface de ce cercle, en la limitant à sa circonférence. Soit O son centre.

» En prenant la droite OA comme axe des x, les deux composantes de la résultante au point A, X suivant Ox, Y suivant Oy, deviennent

$$X = 2i\int\int\frac{r^2\,dr\,d\theta\sin\theta}{a^2+r^2-2ar\cos\theta},\qquad Y = 2i\int\int\frac{r\,dr\,d\theta\,(a-r\cos\theta)}{a^2+r^2-2ar\cos\theta},$$

où $a = AO$; r est la distance de l'élément dS au centre O, et θ l'angle de r avec Ox.

» I. Si A est extérieur au cercle de rayon R limitant le flux électrique ($a > R$), il faut faire varier r de o à R et θ de o à 2π; alors $X = 0$ et $Y = \frac{2i\pi R^2}{a}$, c'est-à-dire que la force est la même que si le courant tout entier ($I = \pi R^2 i$) passait dans un fil rectiligne occupant l'axe.

» II. L'action d'un anneau circulaire uniforme, ou composé de couches circulaires uniformes, est nulle pour tout point intérieur à l'anneau : on peut le montrer facilement par un raisonnement analogue à celui de M. Bertrand pour une couche sphérique électrisée.

» III. On en déduit que, pour un point situé à l'intérieur du cercle de rayon R ($a < R$), la couche circulaire comprise entre les rayons a et R n'a pas d'action; en faisant alors varier r de θ à a et θ de o à 2π, on trouve

$$X = 0, \qquad Y = 2i\pi a.$$

» Ces résultats sont conformes à l'expérience. On peut donc conclure que le champ magnétique produit par un courant existe aussi bien dans le milieu traversé par le flux électrique que dans le milieu extérieur; qu'il y a continuité en passant par la surface de séparation; en effet, au voisinage de celle-ci, à l'intérieur, la force est $2i\pi(R - \varepsilon)$, et, à l'extérieur, $\frac{2i\pi R^2}{R + \varepsilon}$; ces deux valeurs diffèrent infiniment peu. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur les actions mécaniques des courants variables*. Note de M. **J. Borgman**, présentée par M. Lippmann.

« En essayant de reproduire, à l'aide des moyens restreints d'un laboratoire, les intéressantes expériences de M. le professeur E. Thomson qui ont été démontrées avec tant d'éclat pendant l'Exposition de 1889, j'ai obtenu quelques résultats nouveaux, que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie.

» Un anneau formé par un gros fil de cuivre était suspendu à la place d'un plateau au fléau d'une balance et équilibré à l'aide de poids; au-dessous de cet anneau on disposait concentriquement une bobine verticale en fil de cuivre, de $2^{mm},5$ de diamètre (la hauteur de la bobine est 120^{mm}, son diamètre intérieur 43^{mm}, son diamètre extérieur 120^{mm}), munie ou non

d'un noyau en fer massif ou formé de fils de fer. Le courant a été fourni par quelques accumulateurs; un commutateur, mû par un petit moteur électrique de Breguet à la vitesse de 1000 tours à la minute à peu près, changeait le sens du courant vingt fois par tour. Même avec un courant de $0^{amp},5$, la répulsion de l'anneau a été nettement accusée; elle était moindre quand la bobine fut dépourvue de son noyau de fer. En remplaçant l'anneau par un disque horizontal de même diamètre ou par un tube de même métal suspendu dans la cavité cylindrique de la bobine, on a constaté aussi une répulsion notable, beaucoup moindre pour le tube que pour le disque ou l'anneau.

» En remplaçant le commutateur par un simple interrupteur, donnant le même nombre d'interruptions à la minute qu'il y avait d'inversions du courant, on a observé *les mêmes répulsions*, mais d'intensité moindre. C'est sur la surface d'une nappe liquide de mercure que j'ai observé les phénomènes les plus intéressants. La bobine que j'ai employée était un simple rouleau de fils isolés, lié par des ficelles et dépourvu de parties inutiles en métal, pouvant intervenir dans les phénomènes observés. Une cuvette en verre, à fond plat horizontal (76^{mm} de diamètre), contenant du mercure, était placée le plus concentriquement possible au-dessus de la bobine, et la surface du liquide saupoudrée par un peu de lycopode. Quelques moments après la fermeture du courant alternatif ou simplement intermittent, le mouvement des particules de lycopode accusait nettement l'existence de deux courants circulaires de mercure, de directions contraires, qui se réunissent pour former un seul courant diamétral.

» Ces tourbillons sont le mieux accusés quand l'épaisseur de mercure est minimum, justement suffisante pour couvrir tout le fond de la cuvette. Ils sont plus faibles avec les courants intermittents qu'avec les alternatifs, l'existence du noyau de fer augmente l'intensité du mouvement tourbillonnaire.

» Si l'on produit une dissymétrie du champ de la bobine, dépourvue de son noyau, en introduisant un disque en cuivre mince sous la cuvette, excentriquement par rapport à son centre, on observe deux tourbillons dont le courant commun est dirigé vers le disque. En plaçant sous la cuvette deux ou trois disques, on obtient quatre ou six tourbillons, dont les lignes de démarcation sont dirigées le long des diamètres des disques. Si l'on place diamétralement sous la cuvette une bande de métal, on obtient quatre tourbillons, dont une des lignes de démarcation est dirigée normalement à la longueur de la bande et l'autre lui est parallèle; les courants

de mercure dirigés vers le centre coulent le long de la première direction. On obtient deux forts tourbillons dirigés vers le centre de la bobine, si l'on place la cuvette à mercure un peu excentriquement sur la bobine contenant son noyau de fer. En général, les courants de mercure se dirigent vers l'endroit où le métal est placé sous la cuvette, et forment des tourbillons dont les parties les plus intenses sont disposées près de cet endroit.

» Si l'on place sous la cuvette un anneau plat, formé de trois secteurs égaux en cuivre, laiton et zinc, on obtient six tourbillons d'intensités différentes. La paire qui correspond au cuivre est la plus énergique et celle du zinc est à peine perceptible, même quand le courant surpasse 2 ampères.

» On n'obtient aucun mouvement du mercure, si la cuvette, plus petite que le vide central de la bobine, est placée concentriquement au-dessus de lui.

» La formation des tourbillons au-dessus de la bobine seule (sans noyau et plaques métalliques) dans mes expériences s'explique par le manque d'homogénéité du fil et la symétrie imparfaite de la forme de cette bobine.

» En plaçant la bobine horizontalement sous la cuvette, de manière qu'une partie seulement du mercure soit placée au-dessus de la bobine, on obtient aussi deux tourbillons avec une ligne de démarcation au-dessus de l'axe de la bobine. On obtient, de même, deux tourbillons si l'on place la cuvette à côté de la bobine verticale; mais, dans ce cas, l'intensité du mouvement du mercure est très petite.

» Il n'est pas nécessaire que le mercure couvre tout le fond de la cuvette. On observe les mêmes effets dans des gouttes isolées.

» En saupoudrant le mercure avec la limaille de fer, on produit l'effet suivant: les particules les plus grosses tendent à s'arranger conformément aux directions des lignes de force, mais cèdent un peu au mouvement tourbillonnaire du mercure. Les particules les plus ténues sautillent dans toutes les directions comme des gouttes liquides dans l'état sphéroïdal.

» Je poursuis ces expériences. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Résultats des observations actinométriques faites à Kiev en* 1888-1889. Note de M. R. SAVÉLIEF.

« Pendant l'année 1889, j'ai continué les observations actinométriques que j'avais faites en 1888 à Kiev (latitude 50°24'N) (¹), au moyen de

(¹) *Comptes rendus*, t. CVIII, p. 287.

l'actinomètre de M. Crova, étalonné en calories (gramme-degré) par M. Crova. Voici les principaux résultats de ces observations :

» La marche annuelle de l'intensité calorifique à midi a été la même qu'en 1888, avec cette seule différence, que j'ai observé au mois d'avril un minimum secondaire (1^{cal},28), et que le maximum secondaire du mois d'octobre (1^{cal},30) a été un peu plus fort qu'en 1888.

» Aux mois de mai, juin et juillet, une couche d'eau de 9^{mm},5 d'épaisseur absorbe environ 16 pour 100 de la radiation calorifique à midi, tandis qu'au mois de septembre, cette absorption s'élève à 20 pour 100, quoique l'épaisseur atmosphérique traversée en été soit moindre qu'en automne, accusant ainsi une proportion de vapeur d'eau, dans l'atmosphère, plus forte en été qu'en automne.

» Pendant l'été (de mai à septembre), l'intensité calorifique à midi reste à peu près invariable et égale à $1^{cal},24 \pm 0,02$; quand cette intensité descend au-dessous de 1^{cal},20, on doit s'attendre à des pluies intenses ou de longue durée.

» La discussion des courbes diurnes de l'intensité de la radiation démontre que les lois de ces variations, données par M. Crova (1), s'appliquent à Kiev tout aussi bien qu'à Montpellier ; c'est-à-dire que les courbes ne sont calculables, en raison de leur symétrie approchée, que pendant la saison froide de l'année ; de plus, toutes ces courbes ont un minimum secondaire ou une dépression dans le voisinage de midi ; cette dépression, faible en hiver, est fortement accentuée dans les courbes d'été, qui sont très généralement dissymétriques par rapport à l'ordonnée de midi.

» Le climat de Kiev étant tout à fait continental, on voit que ces variations diurnes, et particulièrement la dépression de midi observée à Montpellier, ne sont pas dues, comme l'ont pensé quelques physiciens, à la nature maritime du climat de Montpellier, mais qu'elles doivent très probablement se reproduire avec des caractères tout à fait analogues sur les divers points du globe.

» J'ai construit les courbes des variations diurnes de l'intensité calorifique reçue sur un centimètre carré de surface horizontale du sol (c'est-à-dire les intensités absolues multipliées par le cosinus de la distance zénithale du Soleil); en prenant pour axe des y l'ordonnée de midi, et pour axe des x l'axe des temps, j'ai remarqué que, si, dans l'angle yOx, on trace un rayon vecteur quelconque, faisant un angle ω avec l'axe des x,

---

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, 6e série, t. XIV, août 1882.

en désignant par R_ω et r_ω les longueurs du rayon vecteur interceptées par deux courbes, l'augmentation du rapport $\frac{r_\omega}{R_\omega}$ des deux longueurs du rayon vecteur interceptées par les deux courbes est proportionnelle, à un centième près, au rapport de l'angle ω à 90°; c'est-à-dire que, si R_{90} et r_{90} sont les deux rayons vecteurs dans la direction de l'axe des y ($\omega = 90°$) et R_0, r_0 les longueurs de ces deux mêmes rayons vecteurs suivant l'axe des x ($\omega = 0$), on a la relation

$$\frac{r_\omega}{R_\omega} - \frac{r_0}{R_0} = \left(\frac{r_{90}}{R_{90}} - \frac{r_0}{R_0}\right)\frac{\omega}{90°}.$$

» D'après cela, en partant d'un certain nombre de courbes construites au moyen de séries bien régulières d'observations, pour des journées différentes, on pourra déduire de l'intensité calorifique observée pour d'autres journées à midi seulement la quantité totale de calories reçues pendant ces journées sur 1^{cq} de la surface horizontale du sol.

» J'ai fait ce calcul pour le 1er et le 15 de chaque mois de l'année; construisant ensuite la courbe de la marche annuelle de la quantité totale de chaleur reçue en un jour sur la surface du sol, je l'ai comparée à celle qui correspondrait, pour la même journée, aux limites de l'atmosphère d'après M. Angot [1], en faisant la constante solaire égale à 3^{cal}.

» Cette comparaison m'a conduit aux conséquences suivantes :

» Pendant qu'aux limites de l'atmosphère, la quantité annuelle de chaleur reçue sur 1^{cq} de surface horizontale est 337900^{cal}, la quantité de chaleur reçue dans les mêmes conditions sur la surface du sol n'est que de 123500^{cal}, le ciel étant supposé constamment pur, et sans nébulosité apparente; c'est-à-dire que 63,5 pour 100 sont absorbés par notre atmosphère, et 36,5 arrivent à la surface du sol.

» En particulier au mois d'octobre, la surface du sol reçoit 41 pour 100 de la radiation solaire, tandis qu'aux mois de janvier et de février, ce rapport s'abaisse à 28 pour 100.

» Le maximum de la quantité de chaleur reçue au commencement de juillet par une belle journée est 610^{cal}, tandis qu'au mois de décembre elle n'est plus que 87^{cal} par jour. »

---

(1) *Annales du Bureau central météorologique de France*, année 1883.

CHIMIE. — *Sur les combinaisons des métaux alcalins avec l'ammoniaque.* Note de M. **Joannis**.

« J'ai fait voir dans une Note précédente ([1]) que le gaz ammoniac en excès donne avec les métaux alcalins une solution qui possède une tension variable, tant que la concentration n'atteint pas $Na + 5,3 AzH^3$ environ à 0°, composition pour laquelle le liquide est saturé de sodammonium, puis une tension constante pendant que l'on enlève de l'ammoniaque et que AzH^3Na cristallise, et enfin quand, tout le liquide étant disparu, on dissocie ce corps.

» L'égalité de tension de la solution saturée et du sodammonium a attiré l'attention de M. Bakhuis Roozeboom, qui a cru pouvoir en donner l'interprétation d'après le résultat de ses études sur les équilibres ([2]). Cette égalité de tension se produirait, d'après lui, parce que la température de l'expérience (c'était 0°) correspondait au voisinage du point de rencontre C de ses deux courbes. S'il en était ainsi, on devrait, d'après cette théorie, trouver une inégalité de tension au-dessous de 0° et, au-dessus de 0°, une décomposition de la solution saturée en ammoniaque et en sodium, sans apparition de sodammonium solide. Or ces deux prévisions de la théorie sont en désaccord complet avec les résultats de l'expérience, et il est certain que « la loi fondamentale, dont l'évidence semble pourtant » s'accréditer si difficilement », comme le dit M. Roozeboom, n'est pas vérifiée par les combinaisons que j'étudie.

» Voici les nouveaux faits observés :

» 1° *Expériences à 0°.* — Dans un certain nombre d'expériences faites à 0°, j'ai toujours constaté l'égalité de tension dont j'ai parlé. Depuis la Note de M. Roozeboom, j'ai fait une nouvelle expérience pour me rendre compte du degré de précision sur lequel on pouvait compter : la pression a toujours été mesurée à l'aide d'un manomètre à mercure à air libre; le tube était appuyé contre une division en millimètres, et soit avec la solution saturée, soit avec le sodammonium en dissociation, j'ai trouvé que le niveau du mercure montait toujours exactement au même point. Je crois que je puis affirmer que, s'il y avait eu une différence de $\frac{1}{5}$ de millimètre,

([1]) *Comptes rendus*, t. CIX, p. 900.
([2]) *Comptes rendus*, t. CX, p. 134.

je m'en serais aperçu, surtout dans cette dernière expérience où j'avais uniquement en vue de vérifier à nouveau ce fait.

» Mais voici une autre expérience faite à 0° et qui me semble aussi concluante : un tube de 50^cc environ contenait au fond environ 10^cc de solution *saturée* de sodammonium dans l'ammoniaque. Une large plaque de sodium se trouvait à la partie supérieure du tube; le tout ayant été plongé dans la glace à 0°, le sodium s'est maintenu, sans se transformer en sodammonium avec son brillant aspect métallique qui ôtait toute supposition d'un voile d'oxyde, si léger qu'il fût, pouvant protéger le sodium contre l'action de l'ammoniaque. Donc le sodammonium n'a pas à 0° une tension de dissociation inférieure à la tension du liquide saturé. Après trois quarts d'heure de séjour dans la glace, j'ai interrompu l'expérience, le sodium étant resté intact tout ce temps.

» Voici les pressions observées à 0°, évaluées en colonne de mercure à 0° :

Composition du mélange.	Tension observée.
$AzH^3Na + 1,669\,AzH^3$	169,70
$AzH^3Na + 0,460\,AzH^3$	169,70
$0,971\,AzH^3Na + 0,029\,Na$	169,70
$0,487\,AzH^3Na + 0,513\,Na$	169,70
$0,108\,AzH^3Na + 0,892\,Na$	169,70
$0,043\,AzH^3Na + 0,957\,Na$	169,65

» 2° *Expériences à* — 10°. — Ici la précision des mesures est moindre, parce que la température est difficile à maintenir rigoureusement constante. Aussi je la laissais varier aussi lentement et aussi peu que possible, et je notais la pression au moment où la température était juste — 10°, tantôt quand le bain se refroidissait, tantôt lorsqu'il s'échauffait. En outre, des mesures faites un peu au-dessus et au-dessous de — 10° permettaient de tracer une courbe donnant le point d'intersection avec l'abscisse — 10°. Voici les résultats :

Composition du mélange.	Tensions observées.		Tensions obtenues avec la courbe.	Moyennes.
$AzH^3Na + 0,46\,AzH^3$	117,2 / 116,8	117,0	116,8	116,9
$0,7\,AzH^3Na + 0,3\,Na$	117,7 / 116,9	117,3	117,3	117,3
$0,39\,AzH^3Na + 0,61\,Na$	117,0 / 116,9	117,0	117,3	117,1
$0,19\,AzH^3Na + 0,81\,Na$	117,3 / 116,9	117,1	116,9	117,0

» 3° *Expériences à* $+ 22°,4$.

Composition du mélange.	Tensions observées.	Tensions obtenues avec la courbe.	Moyennes.
$AzH^3Na + 2,42 AzH^3$.......	371,8 c	371,95 c	371,87 c
$AzH^3Na + 1,50 AzH^3$.......	371,2	371,25	371,22
$AzH^3Na + 0,86 AzH^3$.......	371,3	»	371,30
$0,67 AzH^3Na + 0,33 AzH^3$...	371,2	371.30	371,25

» A ces diverses températures, la solution saturée disparaît, quand on enlève de l'ammoniaque, en donnant du sodammonium cristallisé et non du sodium. Il est d'ailleurs fort possible que l'on observe ce phénomène à une température plus élevée que celles où j'ai fait des expériences ($+ 26°$, pression 426^c).

» Ces nombres établissent donc l'égalité de tension des deux systèmes aussi bien à 0° qu'à $- 10°$ et à $+ 22°,4$. J'ai observé la même égalité de tension avec le potassammonium et sa solution saturée à 0° et à $+ 8°,44$. »

CHIMIE. — *Sur les combinaisons du gaz ammoniac et du gaz hydrogène phosphoré avec le bichlorure et le bibromure de silicium*. Note de M. **Besson**, présentée par M. Troost.

« *Ammoniaque*. — Persoz a signalé en 1830 la combinaison du gaz ammoniac AzH^3 avec le bichlorure de silicium Si^2Cl^4 et a donné la composition du composé $Si^2Cl^4, 6AzH^3$; j'ai vérifié cette composition qui diffère de celle du bromure que j'ai déterminée. Le bromure de silicium Si^2Br^4 absorbe le gaz ammoniac instantanément avec grand dégagement de chaleur; mais, pour que la réaction soit complète, il faut laisser séjourner le produit de la réaction au moins quarante-huit heures au sein d'une atmosphère de gaz ammoniac. J'ai déterminé la composition du produit de la réaction en cherchant le volume de gaz ammoniac nécessaire à la saturation d'un poids déterminé de bromure; $0^{gr},9$ de bromure Si^2Br^4 ont absorbé un volume de gaz ammoniac qui, ramené à 0° et 760^{mm}, est $396^{cm^3},9$, ce qui correspond en poids pour $Si^2Br^4 = 348$ à 118,44; or $7AzH^3 = 119$. Si l'on rapporte à 100 parties du composé, il renferme en ammoniaque :

Calcul.........................	25,482
Expérience......................	25,362

Il a donc pour composition $Si^2Br^4, 7AzH^3$. C'est un corps solide, blanc, d'aspect amorphe, en tout semblable à la combinaison correspondante du chlorure; il est décomposable par l'eau et donne une liqueur fortement alcaline qui dégage de l'ammoniaque, ce qui se conçoit, car le composé renferme plus d'alcali qu'il n'en faut pour saturer les produits de la décomposition du bromure.

» *Hydrogène phosphoré.* — Le gaz hydrogène phosphoré est sans action sur le bichlorure de silicium à la température ordinaire, mais il est absorbé quand celui-ci est refroidi; à — 23°, le chlorure en absorbe environ vingt fois son volume, et le restitue complètement sans subir d'altération quand sa température est ramenée à + 20°. Vers — 50°, il en absorbe un peu plus de quarante fois son volume, et le produit qui reste liquide, même si l'on abaisse sa température vers — 60°, aurait sensiblement pour composition $Si^2Cl^4, 2PhH^3$.

» Il existe cependant une combinaison cristallisée de ces deux corps que l'on obtient en comprimant dans le tube Cailletet le gaz en présence d'une petite quantité du chlorure; la première compression fait apparaître deux liquides superposés; mais qu'on vienne à détendre, puis comprimer de nouveau lentement, on voit à + 10°, sous la pression de 20^{atm}, tout le tube se tapisser de petits cristaux blancs très réfringents qui grossissent beaucoup par une compression lente; en même temps, tout liquide a disparu à la surface du mercure; ces cristaux disparaissent à + 10° sous la pression de 15^{atm}.

» A 0°, ils apparaissent à 15^{atm} et disparaissent à 10^{atm}; à — 23°, ils apparaissent à 5^{atm} et persistent à cette température quand on supprime la compression; si enfin on refroidit le tube à — 35° sans comprimer, les cristaux apparaissent spontanément. Cette dernière constatation rendait vraisemblable la formation des cristaux sous l'action seule du froid. C'est, en effet, ce que j'ai pu réaliser en plaçant sur la cuve à mercure un tube rempli d'hydrogène phosphoré; ce tube, fermé à son extrémité, est recourbé, et la petite branche qui contient un peu de chlorure de silicium plonge dans un bain de chlorure de méthyle dont on active l'évaporation.

» A — 35°, on voit apparaître, dans la partie refroidie, des cristaux isolés qui peuvent devenir assez volumineux. Ces cristaux, en petit nombre, se forment toujours aux dépens de la vapeur et jamais au contact du liquide; ils disparaissent quand on retire le tube du bain de chlorure de méthyle. Si l'on sature du chlorure de silicium vers — 50° par du gaz

hydrogène phosphoré, puis qu'on scelle le tube à cette température, il apparaît un grand nombre de petits cristaux sur les parois du tube au-dessus du liquide, et ces cristaux se maintiennent ainsi sans qu'il faille refroidir. L'existence de la combinaison n'est donc pas douteuse; mais son instabilité m'a empêché d'en déterminer la composition. L'hydrogène phosphoré est sans action sur le bibromure de silicium jusqu'à la température où celui-ci se solidifie. Si on les comprime dans le tube Cailletet, l'effet de la pression est nul pendant un temps assez long; cependant, au bout de plusieurs heures et après plusieurs compressions, le liquide, d'abord incolore, devient blanc opaque, puis prend l'aspect d'un corps solide, blanc, amorphe. Si l'on retire le tube, on constate une diminution très notable du volume gazeux, en même temps que les parois du tube restent souillées d'une matière blanchâtre. L'extrémité du tube étant ouverte, on chasse rapidement le gaz par un courant d'air sec; si l'on chauffe ensuite doucement la substance solide, le courant d'air entraîne une nouvelle quantité d'hydrogène phosphoré, en même temps que le solide se résout en gouttelettes liquides. Cette expérience permet d'admettre l'existence d'une combinaison de ces deux corps. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur le rôle de certains corps étrangers dans les fers et les aciers*. Note de M. **F. Osmond**, présentée par M. Troost.

« Je suis obligé, pour faire comprendre le rôle de ces corps étrangers, de rappeler d'abord rapidement quelques faits déjà connus,

» On sait que le fer est un corps polymorphe. Pendant le refroidissement lent d'un fer électrolytique contenant 0,08 pour 100 de carbone, il se produit deux dégagements de chaleur : l'un, que j'appelle a_3 (¹), détermine une assez longue station du thermomètre à 855°; l'autre, que j'appelle a_2, progressif et peu marqué, présente un maximum vers 730° (²).

(¹) Tchernoff a appelé *point a* la température à partir de laquelle un acier peut prendre la trempe; c'est cette désignation commode que j'ai conservée, en lui ajoutant des indices, puisque le point *a* peut être un point multiple.

(²) Toutes les températures ont été prises par le pyromètre thermo-électrique de M. H. Le Chatelier et les déviations du galvanomètre transformées en degrés centigrades par la formule linéaire.

» a_3 est dû à une transformation allotropique du fer β en fer α; a_2 pourrait être une autre transformation, mais semble plutôt, en l'état actuel de la question, représenter la fin de la première, retardée, dans les parties relativement carburées du métal, par la présence du carbone.

» Le carbone lui-même, en passant de l'état de *carbone de trempe* à l'état de *carbone de recuit*, détermine, pendant le refroidissement des fers carburés, un troisième dégagement de chaleur que j'appelle a_1 et que Barrett a découvert sous le nom de *récalescence*.

» Ces divers points critiques ne sont pas fixes : à mesure que la teneur en carbone s'élève, a_3 s'abaisse rapidement et rejoint a_2; puis a_3 et a_2 réunis s'abaissent encore et vont rejoindre a_1, qui s'est lentement élevé de son côté.

» Les corps étrangers ont également une action propre que j'ai déjà étudiée pour quelques-uns ([1]) et que je me propose d'examiner aujourd'hui pour quelques autres, grâce à l'obligeance de plusieurs savants anglais qui ont bien voulu me fournir des échantillons rares préparés pour leurs recherches personnelles.

» Les corps sur lesquels j'ai pu obtenir des renseignements plus ou moins complets sont le bore, le nickel, le cuivre, le silicium, l'arsenic et le tungstène.

» 1° *Bore*. (Un échantillon préparé et donné par M. le professeur W.-C. Roberts-Austen, qui l'a obtenu en fondant ensemble dans le vide le fer et le bore cristallisé.) — Le bore, dans l'échantillon considéré, agit à la manière du carbone : a_3 a été abaissé, partie entre 815°-805°, partie entre 735°-725°, c'est-à-dire en a_2.

» 2° *Nickel*. (Un échantillon préparé au laboratoire de M. Troost et contenant pour 100 : carbone 0,34; nickel 5,97; manganèse, traces.) — Pour un acier sans nickel de même teneur en carbone, a_3 et a_2 seraient confondus ensemble, mais complètement distincts de a_1; le nickel réunit a_3, a_2 et a_1 en un seul point critique entre 660°-640°, température franchement inférieure à la température normale de la récalescence.

» M. Hopkinson a, de son côté, et par une autre méthode, trouvé tout récemment que l'acier dur à 25 pour 100 de nickel a son point critique au-dessous de zéro pendant le refroidissement. Le nickel agit comme le manganèse.

([1]) *Comptes rendus*, séance du 4 avril 1887.

» 3° *Cuivre.* (Trois échantillons préparés par MM. Ball et Wingham et donnés par M. Roberts-Austen.)

	I.	II.	III.
Cuivre pour 100	0,847	4,10	4,44
Carbone pour 100	0,102	0,183	$<$0,10

» A mesure que la teneur en cuivre s'élève, a_3 s'abaisse et a_1 en fait autant. Pour les deux spécimens qui contiennent le plus de cuivre, a_3 se confond avec a_2 entre 730°-720° et a_1 descend entre 625°-600°.

» L'action du cuivre sur la transformation allotropique du fer est donc analogue aussi à celle du carbone, mais beaucoup moins énergique : 4 pour 100 de cuivre font à peu près le même effet que 0,25 à 0,30 de carbone; sur la récalescence, le cuivre agit à la façon du manganèse et du nickel.

» 4° *Silicium.* (Cinq échantillons préparés et donnés par M. R.-A. Hadfield et contenant de 0,20 à 4,40 de silicium; tous les autres corps étrangers sont en proportions faibles et peu différentes). — A mesure que la teneur en silicium s'élève, la quantité de chaleur dégagée en a_3 va en diminuant; déjà fortement affaiblie par une teneur en silicium de 0,80, elle devient sensiblement nulle pour les teneurs au-dessus de 2 pour 100. Mais, contrairement à ce qui se passait en présence du carbone, du manganèse, du nickel ou du cuivre, la chaleur non dégagée en a_3 ne se dégage pas à une température plus basse : on ne la retrouve nulle part entre 1400° et 500°. Le silicium empêche donc la transformation allotropique du fer. Mais, au rebours des corps étudiés ci-dessus et qui maintenaient le fer à l'état β pendant le refroidissement, le silicium maintient le fer à l'état α pendant le chauffage.

» En même temps que a_3 disparaît, a_2 garde son intensité ordinaire et tend à s'abaisser légèrement de 730°-720° à 710°-700°; a_1, au contraire, se relève franchement de 660°-650° à 710-700°.

» 5° *Arsenic.* (Quatre échantillons préparés par MM. Harbord et Tucker et donnés par M. Roberts-Austen.) — La teneur en arsenic s'élevant de traces à 0,55, a_3 perd en intensité et s'élève en position : l'arsenic agit comme le silicium et maintient le fer à l'état α.

» L'action de l'arsenic sur a_2 et sur a_1 n'est pas discernable, à la teneur considérée, dans les métaux examinés.

» 6° *Tungstène.* (Quatre échantillons de même provenance que les précédents.) — La teneur en tungstène s'élevant de traces à 1,50 pour 100, a_3

paraît garder son amplitude et sa position normales, eu égard à la composition chimique des barreaux. Le tungstène n'a donc qu'une influence douteuse sur la transformation allotropique du fer, mais il abaisse considérablement a_1, du moins si le chauffage a été poussé à une température suffisante : c'est ainsi que a_1 descend à 540°-530° dans l'échantillon le plus riche, fait que j'avais déjà remarqué dans un acier beaucoup plus dur. Le rôle du tungstène, dans son ensemble, présente donc des particularités singulières.

» Je demanderai prochainement à l'Académie la permission de lui présenter la synthèse de ces observations [1]. »

MINÉRALOGIE. — *Sur la* Lussatite, *nouvelle variété minérale cristallisée de silice.* Note de M. Er. **Mallard**, présentée par M. Daubrée.

« On connaît les cristaux de quartz limpide, qui se rencontrent, sur le bitume même, dans le gîte de Pont-du-Château, et que l'on trouve dans toutes les collections. Ces cristaux sont recouverts d'une enveloppe de couleur un peu laiteuse, qui épouse exactement la forme cristalline, dont elle arrondit seulement les angles ; la surface, assez unie, se montre cependant couverte de très petits mamelons. Lorsqu'on taille des lames dans ces cristaux, on voit, au microscope polarisant, l'enveloppe formée d'une matière fibreuse ou plutôt fibro-lamelleuse, dont les fibres sont perpendiculaires à la surface du cristal. Ces fibres sont nettement biréfringentes, quoique beaucoup moins que le quartz ; elles s'éteignent exactement, ou à très peu près, suivant leur longueur, et le *signe optique de l'allongement est positif*. Ce dernier caractère les distingue très nettement de celles de la calcédoine, dont le signe optique de l'allongement est toujours négatif et dont la biréfringence est d'ailleurs plus énergique.

» La densité de cette matière, prise sur un petit fragment isolé avec soin, au moyen d'une liqueur lourde, est de 2,04, tandis que la densité de la calcédoine est de 2,59, celle de la tridymite de 2,29. La densité de l'opale est presque égale à celle de notre matière et varie entre 1,93 et 2,09.

» L'indice moyen de réfraction pour la raie D est égal à 1,446 ; c'est à peu près l'indice indiqué pour l'opale. L'indice moyen de réfraction de la tridymite est, d'après mes observations, égal à 1,476 pour D.

» La substance est de la silice à peu près pure ; car mon ami M. H. Le

---

[1] Ces recherches ont été faites au laboratoire de M. Troost, à la Sorbonne.

Chatelier, qui a bien voulu en faire l'essai, n'a trouvé qu'un résidu de 0,011 de sulfate après attaque par l'acide fluorhydrique et par l'acide sulfurique.

» Chauffée jusque vers 1000°, après dessiccation à 100°, la matière a perdu sur un échantillon 7,9 pour 100, sur un autre 8,3 pour 100 d'eau. Toute l'eau part avant 600°.

» Après la calcination, la densité a diminué de 2,04 à 1,94. Les grains de la substance sont devenus blancs et à peu près opaques; mais, si l'on taille une lame assez mince pour être transparente, on constate que la biréfringence des fibres cristallines persiste et a même augmenté, le signe optique de l'allongement restant le même.

» La substance cristalline dont je viens signaler l'existence paraît n'être jamais absolument pure, mais toujours mélangée d'une quantité plus ou moins grande de silice amorphe, c'est-à-dire d'opale. On constate ce mélange en examinant au microscope polarisant des lames taillées perpendiculairement aux fibres; on voit alors de très petites sections cristallines biréfringentes disséminées dans une matière amorphe. C'est du reste ce que l'on voit bien plus clairement encore dans certaines concrétions, d'une jolie couleur bleue, qui recouvrent de la limonite à Tresztyan (Hongrie), et sont en rapport avec de la calcédoine bleuâtre.

» Ces concrétions sont formées en majeure partie par de l'opale uniréfringente, au milieu de laquelle se montrent des fibres rayonnantes plus ou moins serrées, biréfringentes et à allongement optique positif.

» Il semble donc que l'on puisse admettre que la substance en question est anhydre, ce que paraît démontrer sa résistance à l'action de la chaleur; la quantité d'eau que la chaleur expulse provient sans doute de la déshydratation de l'opale qui produit l'opacité de la matière. Il se peut cependant que la substance biréfringente soit hydratée et perde son eau sous l'influence de la chaleur sans cesser d'être cristalline, ainsi que j'ai démontré que cela se produit pour la heulandite. Des recherches ultérieures permettront peut-être de décider la question.

» Les gisements de la nouvelle variété cristallisée de silice paraissent très répandus. On la rencontre, non loin de Pont-du-Château, dans le gisement de bitume de Lussat, où elle forme l'enveloppe assez épaisse de grosses concrétions calcédonieuses; c'est de ce gîte que nous avons isolé, au moyen de la liqueur lourde, la matière qui a servi aux essais de M. Le Chatelier.

» J'ai cité déjà le gîte de Tresztyan.

» On trouve encore la même substance, dans le Cornouailles, recouvrant d'une enveloppe jaunâtre des espèces de stalactites entre-croisées, formées à l'intérieur par de la calcédoine dont les fibres sont disposées suivant les rayons de la stalactite.

» On la trouve en grande quantité, au milieu de l'opale, dans les beaux échantillons stratifiés de silice jaunâtre qui viennent des îles Féroë. Les parties limpides de ces échantillons sont de l'opale à peu près pure ; d'autres parties moins limpides montrent, au milieu de l'opale, des grains concrétionnés et fibreux de calcédoine et qui, en devenant de plus en plus nombreux, font passer à des strates de calcédoine pure. D'autres strates enfin, à aspect laiteux et blanchâtre, et dont la densité est de 2,04 à 2,05, montrent des fibres aplaties biréfringentes, plus ou moins contournées ou gondolées, qui conservent leur biréfringence après la calcination. Ces lames peuvent être assez abondantes pour donner à la matière un aspect lamelleux grossier, mais très net. L'allongement optique est positif, l'extinction est d'ailleurs toujours très imparfaite et seulement partielle. Bien d'autres gisements ne tarderont pas sans doute à être signalés.

» La curieuse substance minérale dont je viens de faire connaître les principales propriétés se distingue nettement des autres variétés de silice connues jusqu'à présent, le quartz, la calcédoine, la tridymite et l'opale. Je propose de lui donner le nom de *lussatite* pour rappeler l'un des gisements où l'on peut le mieux étudier ses propriétés. »

MINÉRALOGIE. — *Sur les oxydes de manganèse.* Ire Partie : *Psilomélanes et wads.* Note de M. **Alex. Gorgeu**, présentée par M. Friedel.

« Les analyses complètes de trois échantillons de wads, provenant de la collection de l'École des Mines, que MM. Friedel et Mallard ont bien voulu mettre à ma disposition, jointes à celles de plusieurs psilomélanes de divers gisements, m'ont permis de constater qu'il existe dans la nature de véritables combinaisons de l'acide manganeux avec différentes bases.

» L'étude des manganites de manganèse proprement dits : hausmannite, acerdèse et braunite, fera l'objet d'une Note spéciale.

» Les psilomélanes analysées provenaient : l'une de Romanèche, la deuxième de la province de Thuringe, et la dernière de Lorca, en Espagne. On a fait deux analyses distinctes des couches extérieures et intérieures des deux premiers échantillons.

» Les trois wads de l'École des Mines justifiaient bien par leur légèreté le nom de *manganèse liège* donné par certains auteurs à ces espèces de minerais. On ne connaissait pas la provenance de l'un d'eux que, pour cette raison, je désignerai par la lettre x; l'un des deux autres venait de Romanèche et le troisième de Giessen.

» Je ne puis exposer ici le mode d'analyse suivi ni le Tableau des résultats analytiques obtenus : ils trouveront leur place dans la publication *in extenso* de ce travail (¹). Je me contenterai de faire connaître dans cette Note les faits les plus intéressants, quelques-uns déjà constatés, d'autres nouveaux, auxquels m'ont conduit les analyses des psilomélanes et des wads que j'avais à ma disposition.

» Les psilomélanes offrent des exemples de combinaisons naturelles, dans lesquelles le corps jouant le rôle d'acide ne peut être que l'acide manganeux; les proportions des autres acides que renferment les minerais ne correspondent nullement, en effet, à celles des bases.

» Dans la psilomélane la plus riche en baryte, celle de Romanèche, les différentes couches qui la constituent présentent dans leur composition chimique des différences très notables. Ce fait n'avait pas encore été observé.

» Dans les psilomélanes en général, le suroxyde de manganèse qu'elles contiennent ne se trouve pas à l'état de bioxyde, mais sous la forme de manganites manganeux compris entre $6(MnO^2)MnO$ et $8(MnO^2)MnO$.

» Les manganites dont sont formées les psilomélanes sont à bases multiples et variables : oxydes manganeux et barytique dans celle de Romanèche; oxydes de manganèse, de baryte, de chaux et de potasse dans celle de Thuringe; oxydes manganeux, barytique et sodique dans celle de Lorca.

» Toutes les psilomélanes sont hydratées. Enfin, on a constaté que, parmi ces manganites naturels, ceux qui sont le plus basiques ont une composition exprimée par la formule $3(MnO^2)RO$.

» L'examen des onze analyses de psilomélanes citées dans le *Traité de Minéralogie* de Dana amène à des conclusions qui s'éloignent bien peu des précédentes.

» Parmi les trois wads de l'École des Mines, il y en avait deux cristallisés, celui de provenance inconnue et l'échantillon de Romanèche. C'est un fait que l'on n'avait pas encore signalé. La petitesse des cristaux ne

(¹) *Bulletin de la Société chimique*, février 1890.

permettait pas de déterminer leur forme, mais il était facile de constater qu'ils agissaient franchement sur la lumière polarisée.

» Les wads, comme les psilomélanes, sont des manganites à bases multiples et variées; le suroxyde de manganèse qu'ils renferment n'y est pas non plus représenté par du bioxyde, mais par des manganites oscillant entre $7(MnO^2)MnO + 10(MnO^2)MnO$.

» Les deux wads cristallisés ont donné à l'analyse des résultats qui prouvent que leur composition est à peu près exactement exprimée par l'une des formules $3MnO^2RO + 3HO$ (wad x) ou $3(MnO^2)RO + HO$ (wad de Romanèche). Ils présentent donc, au point de vue chimique, la plus grande analogie avec les psilomélanes les plus basiques.

» L'affinité de l'acide manganeux pour les oxydes auxquels il se trouve combiné dans les psilomélanes et les wads est assez énergique; elle est mise en évidence par la difficulté que l'on éprouve à isoler cet acide en soumettant ces minéraux à l'action des acides étendus. Tous ces corps, finement pulvérisés, traités à trois reprises par l'acide azotique étendu de 4 volumes d'eau et bouillant, ne lui cèdent en effet qu'une partie souvent peu importante des bases qu'ils renferment. Tous lui abandonnent du protoxyde de manganèse et, fait remarquable, les wad et psilomélane de Romanèche, si riches en baryte, $\frac{17}{100}$, ne cèdent à ces traitements acides répétés que le dixième environ de cette base.

» Les wads et les psilomélanes sont donc de véritables manganites acides et hydratés dont les échantillons les mieux caractérisés et les plus riches en protoxyde présentent une composition représentée par la formule $3(MnO^2)RO + 1$ à $3HO$ (1). »

ZOOLOGIE. — *Développement de l'*Halcampa chrysanthellum *d'après la disposition des cloisons* (2). Note de M. **Faurot**, adressée par M. de Lacaze-Duthiers.

« Les cloisons sont au nombre de vingt-quatre, dont douze grandes, disposées par paires, sont inégales dans presque toute leur étendue et fertiles dans leur partie supérieure seulement. Les douze autres sont petites, stériles et de dimensions toujours semblables dans toute leur lon-

(1) Paris, laboratoire de M. Friedel.

(2) Ce travail a été fait au laboratoire de Roscoff.

gueur. Ces dernières sont également disposées par paires dans les intervalles formés par les six grandes paires. Un peu au-dessus de l'extrémité inférieure de l'*Halcampa*, les douze grandes cloisons ne portent ni muscles longitudinaux, ni organes génitaux, ni *craspeda*. L'inégalité de leurs dimensions est en rapport avec le développement graduel des cloisons, c'est-à-dire que les cloisons les plus grandes, à ce niveau inférieur, seront les premières qui, plus haut, apparaîtront munies d'abord de *craspeda*, plus haut de muscles longitudinaux et enfin de cellules sexuelles. Ce n'est que dans le tiers supérieur environ que ces douze grandes cloisons acquerront leurs dimensions définitives et deviendront toutes égales.

» Quant aux six paires petites et stériles, l'égalité constante de leurs dimensions, du bas en haut de l'Actinie, fait que nous ne pouvons rien préjuger de l'ordre de leur apparition.

» *Développement des douze grandes cloisons.* — 1° Ainsi que dans l'*Actinia mesembryanthemum*, comme l'a montré le premier M. de Lacaze-Duthiers, les deux premières cloisons apparaissent dans un plan transversal par rapport au grand axe de la bouche, et divisent la cavité du corps en deux loges inégales.

» 2° Ces premières cloisons I et II, ainsi que les dix suivantes, apparaissent deux par deux, mais *pas simultanément*. Il y a un retard bien marqué dans l'accroissement d'une cloison par rapport à l'autre. Ce retard se produit constamment sur les cloisons d'un même côté de l'animal. Si, en effet, on oriente l'*Halcampa* de façon à ce que la petite loge formée par les deux premières cloisons soit en bas et, par conséquent, la grande loge en haut, toutes les cloisons du côté gauche ont un développement un peu plus rapide que les cloisons qui leur correspondent du côté droit. Il y a exception pour les deux paires de direction, pour lesquelles le phénomène inverse se produit.

» 3° La troisième et la quatrième cloison apparaissent dans la grande loge, la divisant en trois loges secondaires égales.

» 4° La cinquième et la sixième cloison apparaissent, à côté l'une de l'autre, à l'extrémité terminale de la petite loge primaire et forment la première paire de direction.

» 5° La septième et la huitième cloison apparaissent, à côté l'une de l'autre, à l'extrémité de la grande loge et forment la seconde paire de direction.

» 6° La neuvième et la dixième cloison apparaissent également dans la grande loge : la neuvième entre la première et la troisième ; la dixième entre la deuxième et la quatrième.

» 7° La onzième et la douzième cloison apparaissent dans la petite loge : la onzième entre la première et la sixième; la douzième entre la deuxième et la cinquième. »

ZOOLOGIE. — *Sur la structure de l'appareil excréteur de l'Écrevisse*. Note de M. **Paul Marchal**, adressée par M. de Lacaze-Duthiers.

« L'appareil excréteur des Crustacés et en particulier de l'Écrevisse a déjà été l'objet de nombreux travaux. Mais les auteurs ayant au sujet de sa structure les opinions les plus divergentes et ne donnant en général aucune démonstration sérieuse à l'appui de leur manière de voir, il en résulte que l'anatomie de cet organe reste entièrement problématique. L'auteur qui, de beaucoup, donne les résultats les plus conformes à la vérité est Wassiliew : malheureusement, son travail, écrit en russe, reste inintelligible pour beaucoup de savants, et, de plus, étant trop sommaire pour établir les faits d'une façon irréfutable, il a été entièrement contredit depuis peu par Szigethy et par Rawitz qui donnent chacun de la glande une description différente et, du reste, également fausse.

» Les travaux que j'ai entrepris sur ce sujet, parallèlement à des recherches analogues poursuivies au laboratoire de Roscoff sur les Crustacés marins, me permettent aujourd'hui de donner la topographie complète de l'appareil excréteur de l'Écrevisse. Les méthodes que j'ai employées et qui, jusqu'ici, n'avaient pas encore été appliquées à cette étude, seront exposées en détail dans un prochain Mémoire; nous ne consignerons ici que les principaux résultats obtenus.

» La glande verte de l'Écrevisse se compose, de l'avis de tous les auteurs, de trois parties distinctes : le saccule (substance jaune), la substance blanche et la substance verte ou corticale.

» 1° Le saccule n'est pas un simple sac traversé irrégulièrement et en tous sens par des brides vasculaires et des cloisons, de façon à transformer sa cavité en une sorte d'éponge, ainsi que l'ont avancé certains auteurs. Sa cavité est divisée en deux compartiments principaux par une cloison longitudinale et médiane; les autres cloisons sont disposées de telle sorte que le moule du système cavitaire du saccule, obtenu par une injection, représente exactement une glande en grappe, dont les deux lobes principaux sont déterminés par la grande cloison médiane. Cette disposition rappelle la structure du poumon de certains Reptiles. Chez les Brachyures,

le saccule se ramifie, et les ramifications, atteignant un développement énorme, s'enchevêtrent en tous sens dans le reste de la glande et donnent à cette dernière une structure très compliquée.

» 2° La substance verte, ou corticale, n'est pas un tube contourné et pelotonné sur lui-même (Grobben), ni un sac aplati (Wassiliew), mais un réseau glandulaire, formé de canaux anastomosés entre eux sur un plan unique, à mailles assez régulières et figurant, lorsqu'il est injecté, une sorte de filet extrêmement élégant. De ces canaux partent des diverticules renflés en ampoules, et qui constituent les vésicules de la substance verte.

» 3° La structure de la substance blanche répond à la description qu'en a donnée Wassiliew; les descriptions plus récentes de Szigethy et de Rawitz sont, au contraire, absolument fausses. La substance blanche est formée par un cordon unique et non double, comme le prétend Rawitz. Vers l'une de ses extrémités, celle qui est en rapport avec la substance verte, ce cordon devient transparent, et il est creusé d'une cavité à peu près cylindrique; il constitue donc en ce point un véritable tube; presque tout le reste est transformé en tissu spongieux par la formation de cloisons et de trabécules qui traversent la cavité en tous sens; ce n'est donc pas, à proprement parler, un tube, mais un cordon spongieux.

» Quant aux communications de ces différentes parties entre elles, elles sont, d'une façon générale, telles que Wassiliew les a établies, bien que cet auteur ait encore été sur ce point contredit par Szigethy et par Rawitz.

» Le saccule, formant le cul-de-sac terminal de tout le système, communique par un canal rétréci et très court avec le réseau glandulaire de la substance verte. Ce canal est visible sans préparation. Le cordon spongieux de la substance blanche communique par une de ses extrémités avec la vessie, et se continue d'autre part avec le réseau glandulaire de la substance verte, par l'intermédiaire du tube transparent contourné dont nous avons déjà parlé. Des injections m'ont permis de voir, d'une façon précise, le passage d'une substance à l'autre : le tube transparent, après avoir décrit plusieurs circonvolutions, s'élargit en se ramifiant, et les ramifications, s'anastomosant entre elles, constituent le réseau de la substance verte.

» En résumé, l'appareil excréteur de l'Écrevisse peut être considéré comme formé d'un sac cloisonné, la disposition des cloisons tendant à réaliser la structure d'une glande en grappe; d'un réseau glandulaire occupant toute la face inférieure de la glande; d'un tube transparent

contourné; d'un cordon spongieux large et blanc, pelotonné sur lui-même; d'une large vessie, et d'un canal excréteur débouchant au dehors à la base de l'antenne : ces différentes parties communiquant entre elles dans l'ordre où elles sont énumérées. »

ANATOMIE VÉGÉTALE. — *Le mode d'union de la tige et de la racine chez les Gymnospermes.* Note de M. **P.-A. Dangeard**, présentée par M. Duchartre.

« Précédemment, j'ai établi la manière dont les diverses parties de la tige et de la racine s'unissent région à région ([1]); je me propose, dans cette Note, d'étudier au même point de vue les Gymnospermes.

» On sait que, chez les Gymnospermes, le nombre des cotylédons varie non seulement avec les genres et les espèces, mais encore dans certaines espèces avec les individus; il était nécessaire de voir quelle influence ce fait pouvait avoir sur l'insertion de la racine et sa structure.

» A. Lorsque le nombre des cotylédons est de *deux* (*Taxus baccata, Biota pendula, B. orientalis, Abies canadensis, Actinostrobus pyramidalis, Cupressus funebris*, etc.), il y a *deux* faisceaux ligneux à la racine alternant avec deux faisceaux libériens; l'insertion a lieu comme chez les Dicotylédones à cotylédons uninerviés ou penninerviés ([2]). On doit remarquer toutefois que la trace cotylédonnaire ligneuse ne se divise généralement que peu ou point pour l'insertion, contrairement à ce qui existe chez la plupart des Dicotylédones.

» Si, dans les mêmes espèces ou des espèces différentes, la plantule possède *trois* cotylédons, il y a *trois* faisceaux à la racine.

» Jusqu'ici, la racine se trouve orientée de telle manière que le plan vertical médian de chaque cotylédon passe par un faisceau ligneux de la racine : c'est le cas général rencontré chez les Dicotylédones.

» B. Lorsque le nombre des cotylédons est plus élevé, le nombre des faisceaux de la racine, au lieu d'être *égal* à celui des cotylédons, devient

---

([1]) *Comptes rendus*, 2e semestre 1888, et *Recherches sur le mode d'union de la tige et de la racine chez les Dicotylédones* (*Le Botaniste*, 1re série, p. 75-125, *Pl. IV, V*).

([2]) *Loc. cit.*, p. 120.

moitié moindre : si $2n$ est le nombre des cotylédons, n sera le nombre des faisceaux de la racine. En effet, chaque faisceau de la racine, soit libérien, soit ligneux, s'insère sur *deux* traces cotylédonnaires, ce qui peut être indiqué par le rapport $\frac{2n}{n}$.

» On aura normalement les rapports suivants : $\frac{6}{3}$ (*Larix europæa, Abies alba*, etc.); $\frac{8}{4}$, $\frac{10}{5}$, $\frac{12}{6}$, $\frac{14}{7}$ (*Picea, Pinus Pinea, P. canadensis, P. Laricio, P. excelsa*, etc.); mais il y a de nombreuses exceptions. Elles sont dues :

» 1° A ce que l'une des traces cotylédonnaires se divise en deux pour donner insertion à un faisceau de la racine, les autres traces cotylédonnaires conservant la disposition ordinaire; ce fait correspond aux rapports $\frac{5}{3}$, $\frac{7}{4}$, $\frac{9}{5}$, $\frac{11}{6}$, $\frac{13}{7}$;

» 2° A ce que l'une des traces cotylédonnaires se réunit à une autre sans servir à l'insertion; ce cas correspond aux rapports $\frac{7}{3}$, $\frac{9}{4}$, $\frac{11}{5}$, $\frac{13}{6}$, $\frac{15}{7}$.

» On voit que, dans le cas normal, la racine possède encore une orientation fixe; mais c'est à un intervalle entre cotylédons que correspond, dans un plan vertical, chaque faisceau ligneux.

» Ajoutons que, l'axe hypocotylé étant le siège d'un accroissement intercalaire considérable, accroissement qui n'est pas le même pour toutes les régions, il ne saurait y avoir de collet théorique. Bien plus, parmi les *éléments de raccord* appartenant soit au tissu conducteur, soit au tissu conjonctif, il n'est pas toujours possible de distinguer nettement ce qui doit être attribué à la racine et ce qui fait partie de l'axe hypocotylé. »

GÉOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Nouveau procédé de reproduction artificielle du platine ferrifère magnétipolaire.* Note de M. **Stanislas Meunier**.

« La conclusion générale d'une série de Communications que j'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie, c'est que les types les plus fréquents de roches météoritiques se sont constitués, en dehors de tout phénomène de fusion, simplement par voie de concrétion, aux dépens de vapeurs réagissant les unes sur les autres. Cette doctrine, étayée à la fois sur des observations relatives à la structure intime des météorites et sur des expériences synthétiques ayant procuré la reproduction des principaux minéraux contenus dans les pierres tombées du ciel, s'étend dans ma pensée aux masses terrestres qui leur sont lithologiquement comparables, et avant tout aux roches péridotiques et pyroxéniques comme les dunites, les do-

lérites à fer natif et les brèches qui font la gangue du platine natif dans l'Oural, à la Nouvelle-Zélande et à Bornéo.

» A l'égard de ces dernières roches, dont M. Daubrée s'est attaché à démontrer les analogies avec les météorites ([1]), je me crois aujourd'hui en possession d'arguments nouveaux, concordant avec ceux que j'ai déjà fait valoir pour témoigner en faveur de l'origine par concrétion, opposée à la production par fusion. Il s'agit d'une synthèse, qui paraît complètement satisfaisante, de l'alliage singulier auquel Breithaupt proposait d'appliquer la dénomination d'*Eisenplatin* et qui, renfermant de 12 à 19 pour 100 de fer, joint à l'inaltérabilité du platine les propriétés magnétiques du fer.

» Je rappellerai d'abord qu'Henri Sainte-Claire Deville et Debray ([2]), puis M. Daubrée ([3]), ont obtenu par fusion des alliages de fer et de platine renfermant les deux composants dans la proportion voulue et possédant les caractères physiques dont il s'agit. Mais on conçoit avec quel intérêt je devais tenter la même synthèse, en opérant par condensation de vapeurs, c'est-à-dire par le même procédé qui m'a fourni déjà le pyroxène magnésien, le péridot et tous les alliages météoritiques de fer et de nickel. Il ne faut pas perdre de vue, à cet égard, que le platine est disposé dans les roches qui le renferment comme les minéraux métalliques dans les météorites, c'est-à-dire en granules ramuleux dans les interstices des éléments lithoïdes. Or, l'exceptionnelle infusibilité du platine rend tout particulièrement difficile de comprendre une semblable association par voie de fusion : si l'on fondait la roche, il est évident que les silicates seraient liquéfiés bien avant tout commencement de ramollissement des granules métalliques, et si le tout était enfin fondu, le refroidissement donnerait d'abord des sphérules de métal autour desquelles se solidifieraient les substances pierreuses, ce qui est manifestement l'inverse de ce que présente la nature.

» La question était donc de savoir si le chlorure de platine et le chlorure de fer étant simultanément réduits par l'hydrogène à une température extrêmement inférieure à celle de la fusion de ces métaux, ceux-ci contracteraient ensemble une combinaison du genre de l'*Eisenplatin*. Déjà Boussingault, il y a de longues années, a préparé par une méthode ana-

---

([1]) DAUBRÉE, *Géologie expérimentale*, p. 553; 1879.

([2]) DEVILLE et DEBRAY, *Comptes rendus*, t. LIV, p. 1139; 1862.

([3]) DAUBRÉE, *Géologie expérimentale*, p. 119.

logue une matière renfermant du platine et du fer [1]; mais celle-ci, noire, pulvérulente et pyrophorique, n'a aucun rapport avec le minéral naturel, et ce précédent aurait pu faire *a priori* douter du succès de l'entreprise.

» Les choses étant disposées à peu près comme pour la préparation synthétique de la tænite, de la kamacite et des autres alliages météoritiques [2], j'ai soumis un mélange de 5 parties de bichlorure de platine et de 1 partie de protochlorure de fer à l'hydrogène pur et sec dans un tube de porcelaine, simplement chauffé au rouge par un feu de charbon de bois. Quand tout dégagement d'acide chlorhydrique eut cessé, on laissa l'appareil refroidir lentement et l'on en retira une substance métallique, tuberculeuse, ayant l'éclat et la couleur du platine, cohérente et se brisant en fragments irréguliers : de toutes parts, au microscope, on y voit des facettes cristallines, octaédriques ou cubiques, de très faibles dimensions.

» Loin d'être pyrophorique, comme le produit de Boussingault, cette substance résiste, sans altération aucune, soit à l'acide chlorhydrique, soit à l'acide azotique bouillants. En même temps elle est faiblement, mais très nettement magnétique et, ce qui achève sa ressemblance avec l'*Eisenplatin*, certains de ses grains présentent des pôles, dont les uns sont attirés et les autres repoussés par la même extrémité du barreau aimanté.

» Dans des expériences où le courant de gaz réducteur avait été trop rapide, il s'est fait en quelques parties du tube une séparation des chlorures qui sont inégalement volatils : tels points contenaient du platine sensiblement dépourvu de fer, et tels autres de petits grains noirs de fer à peu près pur. C'est la reproduction d'un fait naturel : maintes pépites de platine ne contiennent pas de métal magnétique, et les oxydations ultérieures, concomitantes à la serpentinisation, ont transformé le fer natif en fer oxydulé.

» Il est d'ailleurs bien facile de produire l'alliage de fer et de platine sous la forme de squelette métallique, cimentant ensemble des grains pierreux, péridotiques ou autres, exactement comme on obtient les alliages de fer nickelé avec la situation qu'ils ont dans les syssidères ; par conséquent, les traits essentiels du gisement du platine au sein des roches magnésiennes sont imités, en même temps que l'ensemble des caractères physiques et chimiques de cette très intéressante espèce minérale. »

---

(1) Boussingault, *Annales de Chimie et de Physique*, 2e série, t. LIII, p. 441.
(2) Stanislas Meunier, *Savants étrangers*, t. XXVII, n° 5.

GÉODÉSIE ET GÉOGRAPHIE. — *Carte hypsométrique de la Russie d'Europe.* Note de M. **Alexis de Tillo**, présentée par M. Daubrée.

« Cette Carte est à l'échelle de $\frac{1}{2520000}$ et représente les résultats de tous mes travaux hypsométriques, qui ont duré quinze ans.

» Toutes les altitudes connues, au nombre total de 51385 points, ont été inscrites sur les feuilles de la grande Carte de Russie au $\frac{1}{420000}$, et c'est sur ces feuilles, au nombre de 82, que j'ai construit le réseau des lignes équidistantes qui déterminent les variations du relief du sol. Puis, je les ai réduites à une échelle six fois moindre, c'est-à-dire au $\frac{1}{2520000}$.

» Les limites de la Carte sont comprises entre 47° et 60° de latitude nord. Les parties septentrionales de la Russie d'Europe ont été exclues à défaut de données hypsométriques suffisantes, et le Caucase, qui possède sa propre Carte orographique et en relief, a aussi été laissé hors du cadre, parce que l'introduction du massif caucasien aurait fait diminuer le nombre des teintes dans les parties des plaines, ce qui aurait rendu impossible l'expression du relief du centre de la Russie d'Europe, but principal de mon travail.

» Le principe fondamental des teintes de la Carte est celui-ci :

» La hauteur moyenne de la Russie d'Europe étant près de 170^m, j'ai choisi le niveau de 170^m comme limite des terres basses et des terres hautes. Les premières sont coloriées en vert (5 teintes), les secondes en bistre (12 teintes). Les teintes deviennent de plus en plus intenses en descendant et en montant à partir de la ligne de niveau de 170^m qui a servi de base générale.

» Les lignes équidistantes sont tracées, jusqu'à la hauteur absolue de 700^m, de 10^m en 10^m et, pour les parties plus élevées, de 100^m en 100^m (approximativement, puisque les hauteurs de la Carte sont exprimées en sagènes).

» Sur les marges, j'ai rappelé les documents dont je me suis servi pour la construction de la Carte; en outre, deux brochures expliquent : l'une la valeur scientifique des diverses sources et la méthode suivie; l'autre présente les principaux résultats orographiques, que je vais énoncer succinctement.

» Les plaines de la Russie d'Europe comprises entre les Carpathes et les monts Oural ne sont pas divisées, comme on l'a généralement admis

jusqu'à aujourd'hui, par des rangées de hauteurs allant de l'ouest à l'est et nommées *hauteurs carpatho-ouraliennes* et *ouralo-baltiques*.

» Tout au contraire, la Russie d'Europe est partagée par deux rangées de hauteurs de faible élévation, ayant approximativement une direction nord-sud. L'une commence aux monts Valdaï et finit aux bords de la mer d'Azof, l'autre borde les rives droites du Volga, de Nishnij et Kasan jusqu'à Tzaritzyn, ayant pour prolongation les hauteurs Ergheni. La première rangée a plus de 1300^{km} et la seconde plus de 1100^{km} de long du nord au sud. Les hauteurs qui commencent aux monts Valdaï et qui aboutissent à la mer d'Azof ont été nommées par moi *hauteurs du centre de la Russie d'Europe* ou *hauteurs centrales de la Russie d'Europe*. »

La séance est levée à 4 heures et demie. M. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 27 JANVIER 1890.

Annuaire pour l'an 1890, publié par le Bureau des Longitudes. Paris, Gauthier-Villars et Fils, 1 vol. in-18. (Présenté par M. Faye.)

Annuaire de l'Observatoire royal de Bruxelles; par F. FOLIE. 1890, 57e année. Bruxelles, F. Hayez, 1890; 1 vol. in-16.

Application définitive des principes du Système métrique décimal aux questions concernant la mesure des angles; — la mesure du temps et le calendrier, etc.; *par* L. BAILLY. Paris, Gauthier-Villars et Fils, 1889; br. in-8°. (Deux exemplaires.)

Exposition internationale de 1889. — *Travaux de la station agronomique de l'École d'Agriculture de Grignon; par* M. P.-P. DEHÉRAIN. Paris, G. Masson, 1889; br. gr. in-8°.

Les végétaux utiles de l'Afrique tropicale. — III. *Le Maloukang ou Ankalaki de la côte occidentale d'Afrique* (Polygala butyracea *E. Heckel*); br. gr. in-8°. (Extrait du *Bulletin de la Société de Géographie de Marseille*.)

Traité d'Anatomie comparée pratique; par CARL VOGT *et* ÉMILE YUNG. 16e livraison. Paris, C. Reinwald; br. gr. in-8°. (Présenté par M. de Quatrefages.)

Expériences sur la régénération des os; par MICHEL TROJA. Traduction d'après le texte latin par A. VÉDRÈNES. Paris, Félix Alcan, 1890; 1 vol. in-12. (Présenté par M. le baron Larrey.)

The diurnal variation of terrestrial magnetism, by ARTHUR SCHUSTER (*Philosophical Transactions of the royal Society of London*). 1889; br. in-4°.

On the total solar eclipse of august 29, 1886, *by* L. DARWIN, ARTHUR SCHUSTER *and* WALTER MAUNDER (*Philosophical Transactions of the royal Society of London*). 1889; br. in-4°.

Records of the geological Survey of India. Vol. XXII, part 4. 1889; 1 vol. gr. in-8°.

The Journal of the College of Science, Imperial University, Japan. Vol. III., part III. Published by the University, Tokyo, Japan, 1889; br. in-4°.

Bericht über die Senckenbergische naturforschende Gesellschaft in Frankfurt am Main. 1889. Frankfurt A. M., Druck von Gebrüder Knauer, 1889; 1 vol. gr. in-8°. (Deux exemplaires.)

Acta Societatis Scientiarum Fennicæ. — Tomus XVI. Helsingforsiæ, MDCCCLXXXVIII; 1 vol. in-4°.

Ofversigt af finska vetenskaps-Societetens Förhandlingar. XXX, 1887-1888. Helsingfors, 1888; 1 vol. in-8°.

Memoirs and Proceedings of the Manchester literary and philosophical Society. Second volume. Manchester, 1889; 1 vol. in-8°.

Jahrbücher der K. K. Central-Anstalt für Meteorologie und Erdmagnetismus. Officielle Publication. Jahrgang 1887, neue Folge. XXIV. Band. Der ganzen Reihe XXXII. Band. Wien, WILHELM BRAUMUELLER, 1888; 1 vol. in-4°.

PUBLICATIONS PÉRIODIQUES.

Revue d'Orthopédie. — L'art dentaire. — Annales médico-psychologiques. — Bulletin de la Société zoologique de France. — Annales des conducteurs des Ponts et Chaussées et des gardes-mines. — Bulletin de l'Académie des Sciences de Cracovie. — Atti della R. Accademia delle Scienze di Torino. — Boletin mensual de estadistica municipal de la ciudad de Buenos Aires.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 3 FÉVRIER 1890.

Leçons sur l'Électricité faites à la Sorbonne en 1888-1889; *par* H. PELLAT. Paris, Georges Carré, 1890; 1 vol. gr. in-8°.

Journal de Physique, Chimie et Histoire naturelle élémentaires, publié sous

la direction de M. Abel Buguet. Tomes I, II, III et IV. Paris, Ch. Delagrave, 1886-1889; 4 vol. in-8°. (Présenté par M. Picard.)

Carte hypsométrique de la Russie d'Europe; par le général Alexis de Tillo; 1889. (Présentée par M. Daubrée.)

Carte de Madagascar; par E. Laillet *et* L. Suberbie. Paris, Chalamel et Cie; 1889. — *Essai sur la cartographie de Madagascar; par* M. de Bassilan. Paris, Augustin Chalamel, 1890; br. in-8°. (Renvoi au concours du prix Delalande-Guérineau.)

Atlas orogéologique du Doubs; par Georges Boyer. Paris, Berthaud frères, 1888; in-4°.

Association française pour l'avancement des Sciences. — Conférences de Paris. — Compte rendu de la 18e *session.* — Première Partie. *Documents officiels. — Procès-verbaux.* Paris, G. Masson, 1889; 1 vol. gr. in-8°. (Présenté par M. Cornu.)

Mémorial de l'Artillerie de la Marine. Texte et Planches. Tome XVII. Troisième et dernière livraison de 1889. Paris, L. Baudoin et Cie, 1889; 1 vol. in-8°.

Aide-Mémoire d'Artillerie navale. Texte et Planches. Paris, L. Baudoin et Cie, 1889; br. in-8° et un Atlas in-f°.

Les Anglais et les Hollandais dans les mers polaires et dans la mer des Indes; par le vice-amiral Jurien de la Gravière. Paris, E. Plon, Nourrit et Cie, 1890; 2 vol. in-18. (Présenté par M. Bertrand.)

Traité des maladies du testicule et de ses annexes; par Ch. Monod *et* O. Terrillon. Paris, G. Masson, 1889; 1 vol. gr. in-8°. (Deux exemplaires.) (Renvoyé au concours du prix Godard.)

Mémoires et Bulletins de la Société de Médecine et de Chirurgie de Bordeaux. 1er et 2e fasc., 1889. Paris, G. Masson. Bordeaux, Feret et Fils, 1889; 1 vol. gr. in-8°.



On souscrit à Paris, chez GAUTHIER-VILLARS ET FILS,
Quai des Grands-Augustins, n° 55.

Depuis **1835** les **COMPTES RENDUS** hebdomadaires paraissent régulièrement le *Dimanche*. Ils forment, à la fin de l'année, deux volumes in-4°. Deux Tables, l'une par ordre alphabétique de matières, l'autre par ordre alphabétique de noms d'Auteurs, terminent chaque volume. L'abonnement est annuel et part du 1er janvier.

Le prix de l'abonnement est fixé ainsi qu'il suit :

Paris : **20** fr. — Départements : **30** fr. — Union postale : **34** fr. — Autres pays : les frais de poste extraordinaires en sus.

On souscrit, dans les Départements,

	chez Messieurs :
Agen	Michel et Médan.
Alger	Gavault St-Lager. Jourdan. Ruff.
Amiens	Hecquet-Decobert.
Angers	Germain et Grassin. Lachèse et Dolbeau
Bayonne	Jérôme.
Besançon	Jacquard.
Bordeaux	Avrard. Chaumas. Vincent. Muller (G.).
Bourges	David.
Brest	Lefournier. F. Robert. J. Robert. Ve Uzel Caroff.
Caen	Baër. Massif.
Chambéry	Perrin.
Cherbourg	Henry.
Clermont-Ferr.	Rousseau. Ribou-Collaye.
Dijon	Lamarche. Ratel. Damidot.
Douai	Lauverjat. Crépin.
Grenoble	Drevet. Gratier.
La Rochelle	Robin.
Le Havre	Bourdignon. Dombre.
Lille	Ropiteau. Lefebvre. Quarré.
Lorient	Gosse. Mme Texier.
Lyon	Beaud. Georg. Mégret. Palud. Vitte et Perussel.
Marseille	Millaud.
Montpellier	Calas. Coulet.
Moulins	Martial Place.
Nancy	Sordoillet. Grosjean-Maupin. Sidot frères.
Nantes	Loiseau. Mme Veloppé.
Nice	Barma. Visconti et Cie.
Nîmes	Thibaud.
Orléans	Luzeray.
Poitiers	Blanchier. Druineaud.
Rennes	Plihon et Hervé.
Rochefort	Boucheron-Rossignol.
Rouen	Langlois. Lestringant.
St-Étienne	Chevalier.
Toulon	Bastide. Rumèbe.
Toulouse	Gimet. Privat.
Tours	Boisselier. Péricat. Suppligeon.
Valenciennes	Giard. Lemaître.

On souscrit, à l'Étranger,

	chez Messieurs :
Amsterdam	Robbers. Feikema Caarelsen et Cie.
Athènes	Wilberg.
Barcelone	Verdaguer. Piaget.
Berlin	Asher et Cie. Calvary et Cie. Friedlander et fils. Mayer et Müller.
Berne	Schmid, Francke et Cie.
Bologne	Zanichelli et Cie.
Bruxelles	Ramlot. Mayolez. Falk.
Bucharest	Haimann. Ranisteanu.
Budapest	Kilian.
Cambridge	Deighton, Bell et Co.
Christiania	Cammermeyer.
Constantinople	Lorentz et Keil.
Copenhague	Höst et fils.
Florence	Lœscher et Seeber.
Gand	Hoste.
Gênes	Beuf.
Genève	Cherbuliez. Georg. Stapelmohr.
La Haye	Belinfante frères.
Lausanne	Benda. Payot.
Leipzig	Barth. Brockhaus. Lorentz. Max Rübe. Twietmeyer.
Liège	Brandt. Gnusé.
Londres	Dulau. Nutt.
Luxembourg	V. Bück.
Madrid	Fuentès et Capdeville. Librairie Gutenberg. Gonzalès e hijos. Yravedra. F. Fé.
Milan	Dumolard frères. Hœpli.
Moscou	Gautier.
Naples	Furcheim. Marghieri di Gius. Pellerano.
New-York	Christern. Westermann.
Odessa	Rousseau.
Oxford	Parker et Cie.
Palerme	Clausen.
Porto	Magalhaès.
Prague	Rivnac.
Rio-Janeiro	Garnier.
Rome	Bocca frères. Loescher et Cie.
Rotterdam	Kramers et fils.
Stockholm	Samson et Wallin.
St-Pétersbourg	Librairie Française. Wolff.
Turin	Bocca frères. Brero. Clausen. Rosenberg et Sellier.
Varsovie	Gebethner et Wolff.
Vérone	Drucker.
Vienne	Frick. Gerold et Cie.
Zürich	Meyer et Zeller.

TABLES GÉNÉRALES DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES :

Tomes **1er** à **31**. — (3 Août 1835 à 31 Décembre 1850.) Volume in-4°; 1853. Prix .... **15 fr.**
Tomes **32** à **61**. — (1er Janvier 1851 à 31 Décembre 1865.) Volume in-4°; 1870. Prix .... **15 fr.**
Tomes **62** à **91**. — (1er Janvier 1866 à 31 Décembre 1880.) Volume in-4°; 1889. Prix .... **15 fr.**

SUPPLÉMENT AUX COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES :

Tome I : Mémoire sur quelques points de la Physiologie des Algues, par MM. A. Derbès et A.-J.-J. Solier. — Mémoire sur le Calcul des Perturbations qu'éprouvent les Comètes, par M. Hansen. — Mémoire sur le Pancréas et sur le rôle du suc pancréatique dans les phénomènes digestifs, particulièrement dans la digestion des matières grasses, par M. Claude Bernard. Volume in-4°, avec 32 planches; 1856 .... **15 fr.**

Tome II : Mémoire sur les vers intestinaux, par M. P.-J. Van Beneden. — Essai d'une réponse à la question de Prix proposée en 1850 par l'Académie des Sciences pour le concours de 1853, et puis remise pour celui de 1856, savoir : « Étudier les lois de la distribution des corps organisés fossiles dans les différents terrains sédimentaires, suivant l'ordre de leur superposition. — Discuter la question de leur apparition ou de leur disparition successive ou simultanée. — Rechercher la nature des rapports qui existent entre l'état actuel du règne organique et ses états antérieurs », par M. le Professeur Bronn. In-4°, avec 27 planches; 1861 ... **15 fr.**

A la même Librairie les **Mémoires** de l'Académie des Sciences, et les **Mémoires présentés par divers Savants** à l'Académie des Sciences.

N° 5.

TABLE DES ARTICLES. (Séance du 3 février 1890.)

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

NOMINATIONS.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

CORRESPONDANCE.

PARIS. — IMPRIMERIE GAUTHIER-VILLARS ET FILS,
Quai des Grands-Augustins, 55.

1890

PREMIER SEMESTRE.

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

TOME CX.

N° 6 (10 Février 1890).

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS ET FILS, IMPRIMEURS-LIBRAIRES

DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

Quai des Grands-Augustins, 55.

1890

RÈGLEMENT RELATIF AUX COMPTES RENDUS,

ADOPTÉ DANS LES SÉANCES DES 23 JUIN 1862 ET 24 MAI 1875.

Les *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie* se composent des extraits des travaux de ses Membres et de l'analyse des Mémoires ou Notes présentés par des savants étrangers à l'Académie.

Chaque cahier ou numéro des *Comptes rendus* a 48 pages ou 6 feuilles en moyenne.

26 numéros composent un volume.

Il y a deux volumes par année.

ARTICLE 1er. — *Impression des travaux de l'Académie.*

Les extraits des Mémoires présentés par un Membre ou par un Associé étranger de l'Académie comprennent au plus 6 pages par numéro.

Un Membre de l'Académie ne peut donner aux *Comptes rendus* plus de 50 pages par année.

Les communications verbales ne sont mentionnées dans les *Comptes rendus*, qu'autant qu'une rédaction écrite par leur auteur a été remise, séance tenante, aux Secrétaires.

Les Rapports ordinaires sont soumis à la même limite que les Mémoires; mais ils ne sont pas compris dans les 50 pages accordées à chaque Membre.

Les Rapports et Instructions demandés par le Gouvernement sont imprimés en entier.

Les extraits des Mémoires lus ou communiqués par les correspondants de l'Académie comprennent au plus 4 pages par numéro.

Un Correspondant de l'Académie ne peut donner plus de 32 pages par année.

Dans les *Comptes rendus*, on ne reproduit pas les discussions verbales qui s'élèvent dans le sein de l'Académie; cependant, si les Membres qui y ont pris part désirent qu'il en soit fait mention, ils doivent rédiger, séance tenante, des Notes sommaires, dont ils donnent lecture à l'Académie avant de les remettre au Bureau. L'impression de ces Notes ne préjudicie en rien aux droits qu'ont ces Membres de lire, dans les séances suivantes, des Notes ou Mémoires sur l'objet de leur discussion.

Les Programmes des prix proposés par l'Académie sont imprimés dans les *Comptes rendus*, mais les Rapports relatifs aux prix décernés ne le sont qu'autant que l'Académie l'aura décidé.

Les Notices ou Discours prononcés en séance publique ne font pas partie des *Comptes rendus*.

ARTICLE 2. — *Impression des travaux des Savants étrangers à l'Académie.*

Les Mémoires lus ou présentés par des personnes qui ne sont pas Membres ou Correspondants de l'Académie peuvent être l'objet d'une analyse ou d'un résumé qui ne dépasse pas 3 pages.

Les Membres qui présentent ces Mémoires sont tenus de les réduire au nombre de pages requis. Le Membre qui fait la présentation est toujours nommé; mais les Secrétaires ont le droit de réduire cet Extrait autant qu'ils le jugent convenable, comme ils le font pour les articles ordinaires de la correspondance officielle de l'Académie.

ARTICLE 3.

Le *bon à tirer* de chaque Membre doit être remis à l'imprimerie le mercredi au soir, ou, au plus tard, le jeudi à 10 heures du matin; faute d'être remis à temps, le titre seul du Mémoire est inséré dans le *Compte rendu* actuel, et l'extrait est renvoyé au *Compte rendu* suivant, et mis à la fin du cahier.

ARTICLE 4. — *Planches et tirage à part.*

Les *Comptes rendus* n'ont pas de planches.

Le tirage à part des articles est aux frais des auteurs; il n'y a d'exception que pour les Rapports et les Instructions demandés par le Gouvernement.

ARTICLE 5.

Tous les six mois, la Commission administrative fait un Rapport sur la situation des *Comptes rendus* après l'impression de chaque volume.

Les Secrétaires sont chargés de l'exécution du présent Règlement.

Les Savants étrangers à l'Académie qui désirent faire présenter leurs Mémoires par MM. les Secrétaires perpétuels sont priés de les déposer au Secrétariat au plus tard le Samedi qui précède la séance, avant 5. Autrement la présentation sera remise à la séance suivante.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 10 FÉVRIER 1890,

PRÉSIDENCE DE M. HERMITE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

GÉOMÉTRIE. — *Note sur un Mémoire de Descartes longtemps inédit, et sur les titres de son auteur à la priorité d'une découverte dans la théorie des polyèdres;* par M. DE JONQUIÈRES.

« La Communication que j'ai l'honneur de faire à l'Académie a pour objet de lui signaler quelques passages d'un Mémoire de Descartes, longtemps inédit et encore peu connu, duquel il résulte que son auteur a des titres à la priorité pour un théorème qui a de l'importance dans la théorie des polyèdres et la *Géométrie de situation* (1), ou tout au moins a le droit d'y associer son nom à celui d'Euler.

(1) Voir la Communication de M. Perrin, faite dans la séance de ce jour (p. 273).

» Euler, lorsqu'il donnait, en 1752-1753, ses *Elementa doctrinæ solidorum*, ne se doutait pas que Descartes, plus d'un siècle auparavant, avait laissé, sous le titre *De solidorum elementis*, des notes pour la rédaction d'un Mémoire sur le même sujet, où l'on trouve, parmi d'autres propositions, deux théorèmes desquels découle intuitivement la relation, si remarquable, entre les nombres F des faces, S des sommets et A des arêtes d'un polyèdre (¹). Cet écrit de Descartes n'a pu être connu d'Euler; car, ignoré pendant plus de deux siècles, il n'a vu le jour qu'en 1860, publié par M. Foucher de Careil (²) qui l'avait découvert à Hanovre, peu d'années auparavant, avec d'autres écrits du même auteur, parmi les *Écrits mathématiques* de Leibnitz, pareillement inédits, « sous la poussière séculaire qui les recouvrait ».

» Il faut lire dans la Préface de l'Ouvrage de M. Foucher de Careil l'intéressant récit de cette découverte. On y trouve des preuves directes de l'authenticité des *Œuvres inédites* de Descartes qu'il y publie, corroborées par la déclaration formelle de Leibnitz, à qui Clerselier, l'éditeur de Descartes et le légataire de ses manuscrits, les avait communiqués, durant son séjour à Paris (de 1672 à 1676), et qui les avait copiés dans le but

---

(¹) A un point de vue plus général, l'importance de cette relation s'est considérablement accrue depuis qu'elle s'est présentée, il y a peu d'années, à notre éminent Confrère M. Poincaré, dans ses profondes recherches sur la construction (ou, selon sa propre expression, sur la partie *qualitative*) des courbes définies par des équations différentielles du premier ordre (voir *Journal de Mathématiques pures et appliquées*, 3ᵉ série, t. VII et t. VIII, et 4ᵉ série, t. I et II, années 1881, 1882, 1885 et 1886, en particulier le t. I, 4ᵉ série, p. 206, 207 et suiv.). Ce rapprochement très inattendu justifie une fois de plus ce que Fourier a dit, dans sa *Théorie de la chaleur*, que « toutes les parties des Mathématiques ont d'intimes correspondances qui témoignent » de l'unité de la Science (*) ». Mais, doit-on ajouter avec M. Hermite, « cette unité » ne se trouve qu'à de grandes profondeurs, et c'est le génie seul qui la fait apparaître » parfois ».

(²) *Œuvres inédites de Descartes, précédées d'une Introduction sur la Méthode*, par M. le comte Foucher de Careil. 2 vol. in-8; Paris, Ladrange, libraire, 1860. Le Mémoire sur les solides se trouve à la page 214 du tome II. C'est à M. Camille Jordan que je dois d'en avoir connu l'existence. Il ne semble pas avoir attiré sérieusement l'attention des géomètres.

(*) « L'Analyse mathématique, dit aussi Fourier, a donc des rapports nécessaires avec les phéno- » mènes sensibles; son objet n'est point créé par l'intelligence de l'homme; il est un élément pré- » existant de l'ordre universel et n'a rien de contingent et de fortuit; il est empreint dans toute la » nature. » (*Théorie de la chaleur*, Introduction, § 20. Édition revue par M. Darboux, 1888, p. 14.)

avoué d'éditer lui-même ces *Posthumes* de Descartes. Dans une de ses Lettres à Bernoulli, il dit :

» On a promis autrefois, en Hollande, une édition de quelques-unes des œuvres posthumes de Descartes. Je ne sais si elles ont paru. J'ai, moi aussi, quelques posthumes de Descartes. De ce nombre sont les *Règles pour la recherche de la vérité*.... Si l'édition promise n'a pas paru, je pourrais m'adresser à un libraire-éditeur et y joindre quelques œuvres inédites de Galilée, de Valerianus Magnus et de Pascal, ainsi que mes notes, que vous avez vues, sur la partie générale des *Principes* de Descartes et autres choses du même genre (Lettre CLXII, datée du 2 octobre 1703, écrite en latin) ([1]).

» Le Mémoire *De solidorum elementis* faisait partie de ces *copies* de Leibnitz; il ne porte d'ailleurs aucune annotation. Leibnitz n'ayant pas réalisé ses intentions de publication, M. Foucher de Careil, suivant le plan de l'édition projetée, a fait ce qu'il s'était proposé de faire en 1703.

» Sans insister davantage sur ces détails historiques, et me bornant à admettre comme acquises les conclusions de M. Foucher de Careil dans la Préface de son Livre, je passe au Mémoire *De solidorum elementis*, le plus important de tous parmi les écrits mathématiques que contient le Recueil des *Œuvres inédites*. Les quelques lacunes et fautes de copie qu'on y rencontre s'expliquent par le fait, bien constaté, que la cassette dans laquelle Chanut, notre ambassadeur à Stockholm, exécuteur testamentaire de Descartes, renvoya à Paris les manuscrits de son illustre ami tomba dans la Seine lors du débarquement du bateau, resta trois jours sous l'eau, et que, malgré les soins pris pour les faire sécher, les papiers qu'elle contenait furent plus ou moins détériorés. Au surplus, aucune de ces lacunes ne se présente dans les passages très courts dont j'aurai à me servir pour le but que je me propose.

» Descartes débute par quelques considérations et propositions sur lesquelles je compte revenir, ainsi que sur d'autres passages curieux du Mémoire; mais aujourd'hui je veux aller droit à mon objet, et je citerai, sans autre préambule, ce théorème dont l'énoncé occupe les cinq dernières lignes de la première page (p. 214 du t. II).

» Si quatuor anguli plani recti ducantur per numerum angulorum solidorum, et ex

([1]) Voir la *Correspondance de Leibnitz avec Bernoulli* dans la collection : *Leibnizens mathematische Schriften*, herausgegeben von C.-I. Gerhardt. Halle, 1856, Band III, page 726.

producto tollantur octo anguli recti plani, remanet aggregatum ex omnibus angulis planis qui in superficiebus corporis solidi existunt.

» Cette proposition est, à peu près dans les mêmes termes, celle que donnent MM. Rouché et de Comberousse au § 696 de leur excellent *Traité de Géométrie* (IIe Partie, p. 109), sous cet énoncé :

» L'angle droit étant pris pour unité, la somme des angles de toutes les faces d'un polyèdre convexe est égale à quatre fois le nombre des sommets diminué de 2.

» Désignons cette somme par Σ; le théorème se traduit par la relation

$$(a)\qquad \Sigma = 4(S-2), \quad \ldots [1].$$

» Plus loin (p. 216, 2e alinéa), Descartes donne le problème suivant, avec la solution :

» Dato aggregato ex omnibus angulis planis qui in superficie alicujus corporis solidi existunt, invenire quot in eodem corpore solidi anguli existent. Addantur 8 numero dato et productum dividatur per 4, residuum erit numerus quantus; ubi si fractio occurrat, certum est nullum tale corpus esse posse.

» Ce problème est l'inverse ou la réciproque de la proposition précédente. Il fournit à Descartes le sujet de quelques développements que je n'examinerai point pour le moment.

» Puis il vient cet autre problème, dont la solution constitue le second théorème qui nous sera nécessaire :

» Dato aggregato ex omnibus angulis planis et numero facierum, numerum angulorum planorum invenire. Ducatur numerus facierum per 4, et productum addatur aggregato ex omnibus angulis planis, et totius media pars erit numerus angulorum

---

[1] Une Note intéressante de M. Lalanne, imprimée sous le titre *Relations entre les quantités angulaires des polyèdres convexes* (extrait d'une Lettre à M. Chasles, du 6 mars 1872), que notre savant Confrère a bien voulu me communiquer au début de la séance de ce jour, fait connaître que Prouhet, l'érudit rédacteur des *Nouvelles Annales de Mathématiques*, avait, peu après la publication de l'Ouvrage de M. Foucher de Careil, attiré l'attention de l'Académie sur une proposition énoncée par Descartes (ligne 5 de son Mémoire et suiv.), dont j'aurai à parler prochainement; et, après en avoir conclu, comme Descartes le fait quelques lignes plus loin, la relation (*a*) ci-dessus, il donne une formule de lui de laquelle il déduit le théorème d'Euler $S+F=A+2$ (*Comptes rendus*, t. L, p. 779; 1860). Je montrerai dans un instant que cette dernière déduction résulte intuitivement des formules mêmes de Descartes, sans aucun secours étranger.

planorum, ..., sunt semper duplo plures anguli plani in superficie corporis solidi quam latera; unum enim latus semper commune est duabus faciebus.

» Désignant par B le nombre des angles plans du polyèdre, nombre qui est égal à 2A d'après la dernière proposition, le théorème précédent fournit cette seconde relation

$$(b)\qquad \frac{\Sigma + 4F}{2} = B = 2A \qquad \text{ou} \qquad \Sigma = 4(A - F), \qquad \ldots,$$

qui, rapprochée de la première (a), donne immédiatement, *sans transformation ni calculs,*

$$S + F = A + 2;$$

c'est la relation d'Euler.

» Descartes, qui, selon son habitude, descend rarement dans les détails, ne fait pas ressortir explicitement cette relation, du moins dans ce qui nous a été conservé du Mémoire, mais il ne manque pas de la *mettre en évidence* dans tous les exemples numériques, au nombre de six, dont il se sert (p. 220 et 222) pour éclaircir, en même temps que celle-ci, d'autres conséquences de sa théorie. On ne saurait donc nier qu'il la connût, puisqu'elle est une déduction si directe et si simple, disons si intuitive, des deux théorèmes qu'il vient d'énoncer (¹).

» Remarquons d'ailleurs que, d'après les prémisses de Descartes (analogues, quant à leur esprit et à leur portée, au raisonnement de Legendre dans sa démonstration classique), la relation ne s'applique qu'aux polyèdres convexes, les seuls dont il s'occupe sous le nom de *solides*.

» En résumé, Descartes a connu et appliqué la formule $F + S = A + 2$,

---

(¹) Prouhet (*loc. cit.*, p. 781) remarque pareillement que Descartes n'a point énoncé explicitement le théorème d'Euler, et il croit que ce dernier ne résulte de la relation (a), comme il le fait voir, que par l'intermédiaire d'une série de formules qu'il donne et à l'aide de plusieurs transformations; il croit donc devoir conclure en ces termes : « Mais les règles fort exactes qu'il (Descartes) donne pour déterminer le nombre des éléments de certains solides montrent qu'il avait poussé très loin les conséquences de l'égalité (a). » S'il avait lu la suite du Mémoire de Descartes avec la même attention que les premières lignes, Prouhet y aurait trouvé, deux pages seulement plus loin, la relation (b), qui est générale et ne s'applique pas seulement à « certains solides », et aussi les exemples numériques (p. 220 et 222) qui mettent en relief la relation $S + F = A + 2$, et il n'eût pas manqué de conclure comme je le fais, puisqu'il suffit d'écrire les deux relations à la suite l'une de l'autre, ce qui donne, après avoir divisé les deux membres par 4, la relation d'Euler $S - 2 = A - F$.

et fourni les éléments de la démonstration. On doit donc, sans amoindrir le mérite d'Euler, qui l'a trouvée plus tard indépendamment, ajouter ce nouveau fleuron à la couronne de notre grand compatriote. »

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** informe l'Académie de la perte que la Science vient de faire dans la personne de M. *C.-H.-D. Buys-Ballot*, décédé à Utrecht, le 3 février 1890.

M. **J. Rochard** prie l'Académie de vouloir bien le comprendre parmi les candidats à la place d'Académicien libre, actuellement vacante.

ASTRONOMIE. — *Procédé physique pour la mesure de l'inclinaison du fil de déclinaison des cercles méridiens.* Note de M. **M. Hamy**, présentée par M. Mouchez.

« L'inclinaison du fil de déclinaison des instruments méridiens s'évalue, d'ordinaire, à une demi-minute près, au moyen de mesures purement astronomiques. Ce degré de précision suffit, en général; cependant, la connaissance du dixième de minute est indispensable dans certains cas. J'ai imaginé un procédé physique susceptible de donner la valeur de cet important élément à quelques secondes d'arc près.

» L'appareil se compose d'une tige, percée à ses extrémités de deux petites ouvertures à parois minces, que l'on installe dans la direction est-ouest au foyer du collimateur de la mire. Cette tige est invariablement liée à un pendule massif, pouvant osciller autour de deux pointes dont les extrémités reposent sur deux petits plans d'acier placés dans le méridien. Le pendule est lesté au moyen d'un cylindre de cuivre, qui plonge dans l'huile, de façon à éteindre rapidement l'amplitude des mouvements de l'appareil.

» Les images des petites ouvertures, que l'on éclaire convenablement, viennent se former dans le plan des fils du micromètre de la lunette.

» Les mesures à faire pour obtenir l'inclinaison sont les suivantes :

» 1° L'appareil étant en équilibre, on détermine la différence de hauteur h_1 des images avec le fil à étudier;

» 2° On retourne l'appareil de 180°, à l'aide d'une disposition spéciale, et l'on détermine de nouveau la différence de hauteur h_2 des images;

» 3° On mesure la distance angulaire δ des images avec la vis d'ascension droite.

» La valeur de l'inclinaison se tire de la formule

$$\tang(i + \beta) = \frac{h_1 + h_2}{2\delta},$$

où β désigne l'inclinaison connue de l'axe de rotation de la lunette.

» La description complète et la théorie de l'appareil seront exposées prochainement dans le *Bulletin astronomique*. Je me bornerai, dans cette courte Note, à soumettre à l'Académie les résultats de dix déterminations successives effectuées au cercle méridien du jardin de l'observatoire de Paris. Voici les inclinaisons obtenues en collaboration avec M. Boquet :

	$i = + 2''.6$
	2.2
	2.7
	2.9
	2.4
	2.0
	2.1
	2.3
	2.6
	$i = + 2.2$
Moyenne.....	+ 2.4

» Ces valeurs s'accordent très bien avec la moyenne d'un grand nombre de déterminations astronomiques. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la fonction exponentielle;* par M. **Stieltjes**. (Extrait d'un Lettre adressée à M. Hermite.)

« Après quelques tentatives, voici la démonstration à laquelle je me suis arrêté pour prouver l'impossibilité d'une relation de la forme

$$(1) \qquad N + e^a N_1 + e^b N_2 + \ldots + e^h N_n = 0,$$

$a, b, \ldots, h$ étant des nombres entiers, ainsi que les coefficients $N, N_1, N_2, \ldots, N_n$.

» Soit

$$F(z) = z^{\mu}(z-a)^{\mu+k_1}(z-b)^{\mu+k_2}\ldots(z-h)^{\mu+k_n}$$

un polynôme de degré

$$M = (n+1)\mu + k_1 + k_2 + \ldots + k_n,$$

à coefficients entiers; μ est l'entier auquel on donnera plus tard une valeur suffisamment grande; $k_1, k_2, \ldots, k_n$ sont des entiers fixes : on a, du reste, $k_p = 0$ ou $= 1$. J'indiquerai plus loin leurs valeurs qui dépendent uniquement de $a, b, \ldots, h; N_1, \ldots, N_n$.

» Je n'ai maintenant qu'à reproduire, avec de très légères modifications, vos formules

$$\mathfrak{F}(z) = \frac{F(z)}{x} + \frac{F'(z)}{x^2} + \ldots + \frac{F^{M}(z)}{x^{M+1}};$$

$$\int_0^a e^{-xz} F(z)\,dz = \mathfrak{F}(0) - e^{-ax}\mathfrak{F}(a),$$

$$\int_0^b e^{-xz} F(z)\,dz = \mathfrak{F}(0) - e^{-bx}\mathfrak{F}(b),$$

$$\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots;$$

$$\mathfrak{F}(0) = \frac{F^{\mu}(0)}{x^{\mu+1}} + \ldots + \frac{F^{M}(0)}{x^{M+1}} = 1.2.3\ldots\mu\,\frac{\Pi(x)}{x^{M+1}},$$

$$\mathfrak{F}(a) = \frac{F^{\mu+k_1}(a)}{x^{\mu+k_1+1}} + \ldots + \frac{F^{M}(a)}{x^{M+1}} = 1.2.3\ldots\mu\,\frac{\Pi_1(x)}{x^{M+1}},$$

$$\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots,$$

$\Pi(x), \Pi_1(x), \ldots$ étant des polynômes à coefficients *entiers*. On en conclut

$$\int_0^a e^{-xz} F(z)\,dz = \frac{1.2\ldots\mu}{x^{M+1}}[\Pi(x) - e^{-ax}\Pi_1(x)],$$

$$\int_0^b e^{-xz} F(z)\,dz = \frac{1.2\ldots\mu}{x^{M+1}}[\Pi(x) - e^{-bx}\Pi_2(x)],$$

$$\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots$$

et, posant $x = 1$, $\Pi(1) = P$, $\Pi_1(1) = P_1, \ldots,$

$$(2)\qquad \left\{\begin{aligned} \varepsilon_1 &= \frac{e^a}{1.2\ldots\mu}\int_0^a e^{-z}F(z)\,dz = e^a P - P_1,\\ \varepsilon_2 &= \frac{e^b}{1.2\ldots\mu}\int_0^b e^{-z}F(z)\,dz = e^b P - P_2,\\ &\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots,\\ \varepsilon_n &= \frac{e^h}{1.2\ldots\mu}\int_0^h e^{-z}F(z)\,dz = e^h P - P_n. \end{aligned}\right.$$

» Les quantités $\varepsilon_1, \ldots, \varepsilon_n$ tendent vers zéro pour $\mu = \infty$, et, la relation (1) donnant

$$N_1\varepsilon_1 + N_2\varepsilon_2 + \ldots + N_n\varepsilon_n = -(NP + N_1P_1 + \ldots + N_nP_n) = \text{entier},$$

on doit avoir, dès que μ surpasse une certaine limite,

$$N_1\varepsilon_1 + N_2\varepsilon_2 + \ldots + N_n\varepsilon_n = 0;$$

c'est-à-dire, si l'on introduit les valeurs (2),

$$N_1 e^a \int_0^a e^{-z}F(z)\,dz + N_2 e^b \int_0^b e^{-z}F(z)\,dz + \ldots + N_n e^h \int_0^h e^{-z}F(z)\,dz = 0$$

ou bien

$$\int_0^h \Phi(z)e^{-z}F(z)\,dz = 0, \tag{3}$$

la fonction $\Phi(z)$ étant déterminée ainsi

$$\begin{array}{llr}
\Phi(z) = N_1e^a + N_2e^b + N_3e^c + \ldots + N_ne^h, & & 0 < z < a; \\
\Phi(z) = N_2e^b + N_3e^c + \ldots + N_ne^h, & & a < z < b; \\
\Phi(z) = N_3e^c + \ldots + N_ne^h, & & b < z < c; \\
\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots, & & \ldots\ldots; \\
\Phi(z) = N_ne^h, & & g < z < h.
\end{array}$$

» Cette fonction $\Phi(z)$, constante par intervalles, n'est pas identiquement nulle, puisqu'elle ne l'est pas dans le premier et dans le dernier des intervalles. Du reste, elle ne s'annule même pas dans aucun des intervalles, puisqu'on peut supposer irréductible l'équation à laquelle satisfait le nombre e.

» $\Phi(z)$ ne peut changer de signe que pour

$$z = a, \qquad z = b, \qquad \ldots, \qquad z = g.$$

» Voici maintenant la détermination de $k_1, k_2, \ldots, k_n$.

» Je prends

$$k_1 = \left\{\begin{matrix}1\\0\end{matrix}\right\} \text{ selon que } \Phi(z) \left\{\begin{matrix}\text{change}\\\text{ne change pas}\end{matrix}\right\} \text{ de signe pour } z = a,$$

$$k_2 = \left\{\begin{matrix}1\\0\end{matrix}\right\} \text{ selon que } \Phi(z) \left\{\begin{matrix}\text{change}\\\text{ne change pas}\end{matrix}\right\} \text{ de signe pour } z = b,$$

$$\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots,$$

$$k_{n-1} = \left\{\begin{matrix}1\\0\end{matrix}\right\} \text{ selon que } \Phi(z) \left\{\begin{matrix}\text{change}\\\text{ne change pas}\end{matrix}\right\} \text{ de signe pour } z = g,$$

$$k_n = 0.$$

» Je dis alors que l'équation (3) est impossible dès qu'on prend pour μ un nombre *pair*. En effet, il est clair que, dans l'intégrale

$$\int_0^h \Phi(z)e^{-z}[z(z-a)\dots(z-h)]^\mu (z-a)^{k_1}(z-b)^{k_2}\dots(z-g)^{k_{n-1}}\,dz,$$

la fonction sous le signe $\int$ a un signe constant dans tout l'intervalle (o, h). »

GÉOMÉTRIE CINÉMATIQUE. — *Sur un mode de transformation en Géométrie cinématique.* Note de M. **A. Mannheim**.

« Dans ma précédente Communication, j'ai montré comment on peut transformer les propriétés relatives aux déplacements d'une droite dont les points décrivent des surfaces trajectoires. Je vais maintenant parler du cas où les points de la droite mobile décrivent seulement des lignes trajectoires.

» La marche à suivre est toujours la même. On remplace d'abord la droite mobile par une *file de sphères*, puis on suppose que la droite des centres de ces sphères est rejetée à l'infini, afin de transformer ces surfaces en plans.

» Dans le cas actuel, chacune des sphères mobiles a une enveloppe qui est une *surface-canal*. La caractéristique de cette enveloppe est le grand cercle d'intersection de la sphère mobile et du plan mené du centre de cette surface normalement à la trajectoire de ce point.

» Cette caractéristique, prise dans ses différentes positions, forme un premier système de lignes de courbure de la surface-canal. Le deuxième système de lignes de courbure est formé par l'ensemble des trajectoires orthogonales des caractéristiques.

» Pour un point d'une caractéristique, l'un des centres de courbure principaux de la surface-canal est le centre de courbure de cette caractéristique.

» L'autre centre de courbure principal est sur la droite d'intersection du plan de cette caractéristique et du plan de la caractéristique infiniment voisine de celle-ci.

» Cette droite d'intersection des plans de deux caractéristiques infiniment voisines, qui est un lieu de centres de courbure principaux de la surface-canal, je la désignerai sous le nom d'*axe de courbure* de cette surface.

» Cet axe de courbure est une génératrice de la surface développable enveloppe des plans des caractéristiques. Il touche l'arête de rebroussement de cette surface en un point qui est le centre de la sphère osculatrice des lignes de courbure du deuxième système de la surface-canal pour les points de rencontre de ces lignes et de la caractéristique dont le plan contient cet axe de courbure.

» Après ces préliminaires, je passe à quelques transformations.

» Prenons comme exemple ce théorème bien connu :

» Théorème I. — *Les plans normaux aux trajectoires des points d'une droite se coupent suivant une droite.*

» Remplaçant la droite mobile par une file de sphères, on obtient :

» Théorème I'. — *Les plans des caractéristiques, suivant lesquelles les sphères d'une file de sphères mobiles touchent les surfaces-canaux qui sont leurs enveloppes, passent par une même droite.*

» Rejetant à l'infini la droite des centres des sphères mobiles, ces surfaces deviennent des plans parallèles à une droite, auxquels on peut appliquer le théorème précédent.

» On peut prendre simplement un faisceau de plans de grandeur invariable, et dire :

» Théorème I''. — *Les plans normaux aux plans d'un faisceau mobile de grandeur invariable, menés, pour une position du faisceau, respectivement par les caractéristiques de ces plans, se coupent suivant une droite.*

» Comme on le voit, ce théorème résulte de la transformation du théorème I.

» Prenons maintenant un autre exemple, dans lequel j'emploierai l'*axe de courbure* d'une surface-canal pour effectuer notre transformation.

» Théorème II. — *Les axes de courbure des trajectoires des points d'une droite mobile appartiennent à un hyperboloïde* ([1]).

» Remplaçant la droite mobile par une file de sphères, il vient :

» Théorème II'. — *Les axes de courbure des surfaces-canaux, enveloppes des sphères d'une file de sphères mobiles, appartiennent à un hyperboloïde.*

([1]) Ce théorème et le théorème III sont dus à M. Haag.

» On déduit de là, comme précédemment :

» Théorème II″. — *Les axes de courbure des surfaces développables, enveloppes des plans d'un faisceau mobile de grandeur invariable, appartiennent à un hyperboloïde,* théorème qui est le transformé du théorème II.

» Ce que j'ai dit dans les préliminaires relativement aux sphères osculatrices des lignes de courbure d'une surface-canal va me permettre de transformer le théorème suivant :

» Théorème III. — *Les centres des sphères osculatrices des trajectoires des points d'une droite mobile sont sur une cubique gauche.*

» Introduisant une file de sphères, on est conduit à ce théorème :

» Théorème III′. — *Les centres des sphères osculatrices des lignes de courbure des surfaces-canaux, enveloppes des sphères d'une file de sphères mobiles, correspondant aux points où ces lignes rencontrent les caractéristiques des surfaces-canaux, sont sur une cubique gauche.*

» Comme précédemment, ce second théorème en donne un troisième :

» Théorème III″. — *Les centres des sphères osculatrices des lignes de courbure des surfaces développables, enveloppes des plans d'un faisceau mobile de grandeur invariable, correspondant aux points où ces plans rencontrent les caractéristiques de ces développables, sont sur une cubique gauche.*

» Ces théorèmes généraux, auxquels conduit, comme on vient de le voir, notre mode de transformation, donnent lieu aussi à des résultats dignes d'être signalés lorsqu'on particularise les conditions de déplacement de la figure mobile. Ainsi, par exemple, on sait que : *Si une figure de forme invariable se déplace de façon que tous ses plans passent par des points fixes, ces plans enveloppent des cônes de révolution.* Il suffit d'appliquer les théorèmes I″ et II″ pour arriver directement à ce complément de la propriété précédente :

» *Les axes de tous ces cônes de révolution sont parallèles,* propriété qui en entraîne d'autres comme j'aurai l'occasion de le faire voir.

» Dans cette Note et la précédente, on voit bien, je crois, qu'il était intéressant de trouver un mode de transformation applicable en Géométrie cinématique. Je reviendrai encore sur son emploi pour des questions de Géométrie cinématique aussi, mais d'une autre nature. »

GÉOMÉTRIE. — *Sur une généralisation du théorème d'Euler relatif aux polyèdres.* Note de M. R. PERRIN.

« Dans deux Notes récentes ([1]), M. de Jonquières a appelé l'attention sur le degré de généralité qu'il convient d'attribuer à la relation célèbre trouvée par Euler entre les nombres de faces, de sommets et d'arêtes d'un polyèdre,

$$F + S = A + 2,$$

et sur les cas d'exception signalés par divers géomètres. Je demande à l'Académie la permission de rappeler à ce sujet que, dans un travail publié en 1882 ([2]), j'ai établi l'existence d'une relation entre le nombre ρ des régions que découpe sur une aire ou surface quelconque simplement connexe un système arbitraire de s lignes, droites ou courbes, joignant entre eux ou à des points quelconques du contour n points ou sommets pris à volonté; si d est le nombre des points de croisement de ces lignes autres que les n sommets, et g le nombre des groupes de lignes et sommets isolés les uns des autres en même temps que du contour, cette relation est simplement

$$\rho = 1 + s + d + g - n.$$

» J'ai indiqué ensuite, comme extension aux aires ou surfaces d'indice I ([3]), la relation

$$\Sigma i = I + s + d - n,$$

([1]) *Comptes rendus*, séances des 20 et 27 janvier 1890.

([2]) *Sur le problème des aspects* (*Bulletin de la Société mathématique de France*, t. X).

([3]) J'appelle *indice de connexion*, ou simplement *indice* d'une aire ou d'une surface fermée, l'excès (positif, nul ou négatif) du nombre n des parties, toutes simplement connexes, en lesquelles on peut diviser l'aire ou la surface par un système arbitraire de sections, tant rentrantes que transverses, sur le nombre ν des sections *transverses* de ce système. Cet excès $I = n - \nu$ est en effet indépendant de la disposition des sections, et dépend uniquement de la nature de la surface. (Voir, par exemple, HOUEL, *Théorie des quantités complexes*, 3e Partie, Ch. III.) La valeur de l'indice est 1 pour une aire à un seul contour, 2 pour une sphère, 0 pour un tore, etc.; et en général $2 - \sigma$ ou $3 - \sigma$, suivant qu'il s'agit d'une aire on d'une surface fermée, σ étant l'ordre de connexion, tel qu'on le définit dans la théorie des surfaces (ou de la sphère multiple) de Riemann.

où Σi est la somme des indices des diverses régions s, d et n conservant la même signification que ci-dessus. Enfin, j'ai fait remarquer incidemment que cette formule, appliquée à un polyèdre *dont toutes les faces sont simplement connexes* et ont, par suite, pour indice l'unité, devient

$$F + S = A + I,$$

ce qui se réduit à la relation d'Euler lorsque, en outre, $I = 2$, c'est-à-dire lorsque le polyèdre est sphéroïdal (ou eulérien, suivant l'expression de M. Jordan).

» Ainsi, il suffit d'introduire la notion de l'indice de connexion pour faire apparaître de la manière la plus nette la véritable nature de la relation d'Euler : cette relation n'est autre chose que ce que devient, pour le cas particulier où $i_1 = i_2 = i_3 = \ldots = 1$, avec $\Sigma I = 2$, la relation tout à fait générale

$$\Sigma i + S = A + \Sigma I,$$

qui s'applique à tout solide limité dans son ensemble par des surfaces fermées distinctes respectivement d'indices I_1, I_2, ..., lesquelles sont elles-mêmes découpées en faces (planes ou courbes) d'indices i_1, i_2, ..., par un système quelconque de A lignes (droites ou courbes), reliant deux par deux S points disposés d'une manière quelconque.

» On ne doit d'ailleurs compter dans le nombre A que les arêtes non isolées, c'est-à-dire qui vont d'un sommet à un autre ou d'un sommet à ce même sommet; et de même dans le nombre S que les sommets non isolés, c'est-à-dire où aboutit au moins une arête. De plus, si quelques-unes des surfaces fermées qui limitent le solide ne sont soudées entre elles que par des points ou des lignes, il faut considérer chacun de ces points ou de ces lignes comme constituant une ouverture ou une fente infiniment petite dans *l'une seulement* des deux surfaces, ce qui réduit *en général* d'une unité l'indice de cette surface et par suite ΣI.

» Imaginons, par exemple, que sur la face supérieure d'un cube percé d'un trou cylindrique horizontal soient soudés par leurs bases trois cônes droits égaux, dont les cercles de base se touchent deux à deux, mais ne touchent pas les arêtes du cube; et que sur les trois sommets de ces cônes repose un second cube, creusé lui-même d'une cavité cubique. Un tel solide réunit les trois cas d'exception énumérés par M. de Jonquières. Il est limité par trois surfaces, dont les indices sont o, — 1 et 2; d'où $\Sigma I = 1$. Sur ses vingt-trois faces, quatre ont pour indice o, et une — 2, à cause

des trois trous infiniment petits dus aux sommets des trois cônes; donc $\Sigma i = 16$. Il y a trente sommets dont trois isolés qui ne comptent pas, d'où $S = 27$; et quarante-quatre arêtes dont deux isolées, d'où $A = 42$; et l'on a bien

$$\Sigma i + S = A + \Sigma I,$$

conformément à la relation générale. »

CHIMIE. — *Sur les corps qui présentent une tension de dissociation égale à la tension de vapeur de leur solution saturée.* Note de M. **H. Lescœur**, présentée par M. Troost.

« 1. M. Joannis ([1]) a cherché à caractériser les combinaisons formées par le potassium et le sodium avec l'ammoniaque, par l'observation des tensions de dissociation de ces composés.

» Quand on enlève graduellement l'ammoniaque à la solution que donne ce gaz avec les métaux alcalins, il se dépose à un certain moment un corps solide, et la tension devient constante. C'est la tension du liquide saturé de ce corps solide.

» A un degré plus avancé, il n'y a plus trace du liquide, il ne reste plus qu'un solide, dont la décomposition continue à se faire sous une tension constante, et cette tension est la même que celle du liquide saturé.

» 2. J'ai publié des expériences concernant les hydrates salins, qui conduisent à des résultats entièrement analogues à ceux qu'a observés M. Joannis.

» Il résulte même de mes recherches que, pour chaque hydrate, il existe une température à laquelle sa tension de dissociation se confond avec la tension de vapeur de la solution saturée. En effet, f tension de dissociation d'un hydrate donné, et F tension de vapeur de la solution saturée à la même température t, se comportent différemment. Quand t augmente, f croît rapidement. F croît beaucoup plus lentement.

» Le rapport $\frac{f}{F}$, plus petit que 1, tend vers l'unité à mesure que t s'élève, et il existe un degré de température où la valeur des deux tensions devient égale.

([1]) A. Joannis, *Combinaisons du potassium et du sodium avec le gaz ammoniac* (*Comptes rendus*, t. CIX, p. 900).

» M. H.-W. Bakhuis-Roozeboom, dans une Note récente [1], montre l'analogie du fait observé par M. Joannis, avec les phénomènes connus de la dissociation des hydrates salins, et en particulier avec des expériences extraites de mon Mémoire. Les conclusions qu'il formule sont conformes aux résultats de mes observations personnelles.

» Mais l'interprétation qu'il donne de mes expériences et de celles de M. Joannis diffère de celle que nous avons donnée; nous avons cru rencontrer des composés ayant mêmes tensions de dissociation que leur solution saturée. Nos résultats tiennent, suivant lui, à ce que nous avons opéré dans le voisinage immédiat du point où se coupent les courbes qui figurent, en fonction de la température, la représentation de ces deux tensions.

» Suivant M. Bakhuis-Roozeboom, cette intersection a lieu à angle vif; or, d'après mes expériences, les deux courbes se raccordent tangentiellement.

» Le point commun n'est pas aussi nettement défini que le pense M. Bakhuis-Roozeboom, et les résultats de M. Joannis, comme les miens, conservent leur explication.

» La critique de M. Bakhuis-Roozeboom est d'ailleurs exclusivement théorique et n'atteint pas nos résultats, qui sont ceux de l'expérience dégagée de toute théorie.

» 3. En résumé, on connaît des composés qui, comme ceux de M. Joannis, *possèdent une tension de dissociation égale à la tension de vapeur de leur solution saturée*. La classe des hydrates salins en offre de nombreux exemples. Ce fait ne constitue nullement une anomalie. C'est, au contraire, une propriété qui appartient à tous les hydrates salins pendant une période plus ou moins courte de leur existence définie. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Action du fluor sur les différentes variétés de carbone.* Note de M. **Henri Moissan**, présentée par M. Berthelot.

« Dans des recherches publiées antérieurement, j'ai donné peu de détails sur l'action qu'exerce le fluor mis en présence du carbone [2]. Je

---

(1) H.-W. Bakhuis-Roozeboom, *Sur la combinaison des métaux alcalins avec l'ammoniaque* (*Comptes rendus*, t. CX, p. 134).

(2) *Annales de Chimie et de Physique*, 6e série, t. XII, p. 472.

me réservais d'étudier plus complètement cette question qui m'avait, au début, donné d'importants résultats.

» On sait depuis longtemps qu'il est impossible d'unir le chlore au carbone par synthèse directe : même sous l'action d'un arc électrique puissant, Humphry Davy n'avait pu obtenir aucune combinaison. Le fluor, au contraire, peut s'unir au carbone directement, et je vais démontrer que cette réaction est une de celles qui différencie le plus nettement les nombreuses variétés de carbone.

» Si l'on place dans un courant assez abondant de fluor pur du noir de fumée sec et froid, non calciné, purifié des carbures qu'il peut contenir par le pétrole et par l'alcool bouillant, il y a incandescence instantanée. La combinaison se produit avec énergie, et toute la masse est portée au rouge.

» Le charbon de bois léger, placé dans les mêmes conditions, peut aussi prendre feu spontanément. Ce carbone semble d'abord condenser du fluor; puis, tout à coup, l'incandescence se produit avec projection de brillantes étincelles. Si la densité du charbon est plus grande et s'il n'y a pas de poussière à sa surface, il est nécessaire d'élever la température de 50° ou de 100°, pour que l'incandescence se produise. Une fois déterminée en un point, elle se propage avec rapidité.

» Le graphite ferrugineux de la fonte a besoin, pour s'unir au fluor, d'être porté à une température inférieure à celle du rouge sombre.

» Le graphite de Ceylan, purifié par la potasse fondue, ne prend feu qu'à une température un peu supérieure.

» Le charbon de cornue ne brûle que lorsqu'il est porté au rouge.

» Enfin le diamant, maintenu au rouge, dans la flamme d'un bec Bunsen, ne change pas de poids dans un courant de gaz fluor.

» Ces expériences établissent donc une démarcation bien nette entre les différents états de polymérisation du carbone.

» Si l'on cherche maintenant à étudier les corps obtenus dans cette combinaison du charbon avec le fluor, on reconnaît rapidement que les différentes variétés de carbone brûlées dans le fluor fournissent un corps gazeux. Suivant les conditions dans lesquelles on opère, les propriétés du gaz obtenu peuvent se modifier profondément. En réalité, on se trouve, le plus souvent, en présence d'un mélange de fluorures de carbone de compositions différentes.

» Si l'on fait passer du fluor sur un carbone facilement attaquable, sans que la température soit trop élevée, et si le carbone n'est pas en excès, il

se produit un mélange contenant surtout du tétrafluorure de carbone, gaz incolore se liquéfiant à 10°, sous une pression de 5^{atm}, et ayant une densité voisine de la densité théorique. Le dosage du carbone dans ce gaz conduit à la formule C^2F^4, c'est-à-dire CF^4 en théorie atomique. Cette analyse a été faite par la méthode qui m'a servi à doser le carbone dans le fluorure d'éthyle ([1]). Ce fluorure de carbone peut être facilement caractérisé. Sous l'action de la potasse aqueuse, son volume diminue de moitié environ, ce qui semble indiquer la formation d'un composé particulier. En présence de la potasse alcoolique, il est absorbé complètement, en produisant du fluorure de potassium et du carbonate de potasse. Il est facile de mettre l'acide carbonique en liberté et d'en mesurer le volume, qui est à peu près égal à celui du fluorure de carbone employé. Ce tétrafluorure ne se dédouble pas sous l'action de l'étincelle d'induction. Il est soluble dans le tétrachlorure de carbone, l'alcool, la benzine, et en petite quantité dans le sulfure de carbone.

» On peut encore préparer ce tétrafluorure en faisant passer vers 300° un courant de vapeurs de tétrachlorure de carbone sur du fluorure d'argent, placé dans un tube de verre ou mieux dans un tube de métal. Cette réaction est identique à celle qui m'a permis précédemment d'obtenir les éthers fluorés ([2]).

» Si maintenant l'on fait arriver un courant de fluor dans un tube de platine rempli de charbon en excès et maintenu au rouge, on peut recueillir sur l'eau un nouveau corps gazeux, à peu près insoluble dans l'eau, soluble dans l'alcool, non absorbable par la potasse aqueuse et par la potasse alcoolique. Ce gaz renferme du fluor et du carbone, ainsi qu'on s'en est assuré par l'analyse qualitative. Ce corps gazeux se liquéfie à +10° sous une pression voisine de 19^{atm} à 20^{atm}. Il est indécomposable par l'étincelle d'induction. Dans la préparation de ce dernier gaz, il se dépose toujours, à la surface des flacons dans lesquels on le recueille, un produit solide qui se forme en petite quantité.

» Les deux fluorures de carbone gazeux fournissent au spectroscope un spectre de lignes et de bandes très étendu, dans lequel les raies du fluor sont très nettes.

([1]) *Sur quelques propriétés nouvelles et sur l'analyse du fluorure d'éthyle* (*Comptes rendus*, t. CVII, p. 992).

([2]) Henri Moissan, *Recherches sur les propriétés et la préparation du fluorure d'éthyle* (*Annales de Chimie et de Physique*, t. CVII, p. 260).

» J'ai montré le tétrafluorure de carbone et son spectre à la Société de Physique dans sa séance du 17 janvier 1890 : plusieurs de ses Membres l'ont examiné, et le *Compte rendu* imprimé de la Société en fait mention. Je poursuis l'étude de ces composés et j'aurai l'honneur de présenter bientôt à l'Académie une étude détaillée de chacun d'eux. »

M. **Berthelot** ajoute :

« Je demande à l'Académie la permission d'ajouter quelques renseignements au sujet de la Communication faite aujourd'hui par M. Moissan. La suite de ses recherches sur le fluor le conduisait tout naturellement à examiner l'action de ce corps simple sur le carbone, et ses premières recherches à cet égard remontent à plus d'une année : il m'en avait fait part à cette époque et depuis, ainsi qu'à plusieurs autres savants. Vers le même temps, M. Güntz, qui a publié sur l'acide fluorhydrique et sur les fluorures des travaux remarquables, me communiqua les premiers résultats qu'il avait obtenus en préparant le fluorure de carbone par double décomposition, au moyen des fluorures métalliques et du perchlorure de carbone. Je me trouvais ainsi avoir la confidence des deux expérimentateurs. Mais il me parut que M. Moissan était plus avancé dans ses recherches, et peut-être plus autorisé à les poursuivre. Je fis part de mes scrupules à M. Güntz, qui, avec une grande délicatesse, renonça à poursuivre une recherche que ses travaux antérieurs et publiés lui auraient donné quelque droit à continuer de son côté. J'ai cru devoir faire connaître ces faits à l'Académie, afin de marquer la date et l'origine des travaux relatifs au fluorure de carbone et parce qu'ils font également honneur à M. Güntz et à M. Moissan. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur une méthode générale de préparation de fluorures de carbone*. Note de M. **C. Chabrié**, présentée par M. Friedel.

« Lorsque, après sa remarquable découverte du fluor libre, M. H. Moissan étudia l'action des divers corps simples sur le métalloïde qu'il venait d'isoler, il constata que le fluor possède une grande énergie de combinaison. Après avoir montré sa vive réaction avec le bore et le silicium, M. H. Moissan essaya le carbone, et crut d'abord que ce corps n'avait pas d'action

sur le fluor ([1]); mais, depuis ce temps, il a montré, dans une expérience qui offre un grand intérêt au point de vue des propriétés du fluor, que ce corps attaque le carbone chauffé, pour donner naissance à un gaz dont il a fait l'étude spectroscopique ([2]).

» J'ai, depuis ([3]), publié un procédé général de préparation fondé sur l'action des chlorures de carbone sur le fluorure d'argent, en tube scellé, et j'ai donné les déterminations relatives à la composition du fluorure CFl^4.

» L'idée de faire réagir le fluorure d'argent sur les chlorures ou iodures organiques n'est pas nouvelle dans la Science, car Young ([4]) l'a signalée il y a longtemps relativement à l'action du fluorure d'argent sur un iodure alcoolique, bien qu'il n'ait pas obtenu, par cette réaction, des résultats absolument satisfaisants.

» Par un procédé analogue, M. H. Moissan a obtenu, par l'action du fluorure d'argent sur l'iodure d'éthyle une production facile du gaz fluorure d'éthyle, qui a été obtenu, autrefois, par M. Fremy ([5]), par un autre procédé.

» Je vais maintenant exposer la manière précise dont j'ai opéré. J'ai chauffé, dans un tube de verre de Bohême, scellé à la lampe, 5gr,1 de fluorure d'argent avec 1gr,55 de chlorure de carbone CCl^4 à 220°, pendant deux heures. Le tube est à peine attaqué à cette température. J'ai obtenu un gaz peu soluble dans l'eau à température ordinaire, soluble dans la benzine, que j'ai dissous dans la potasse alcoolique. J'ai constaté d'abord qualitativement qu'il contenait du carbone, en mettant l'acide carbonique en liberté au moyen de l'acide acétique, dans cette solution alcaline avec laquelle le gaz s'est combiné pour donner du carbonate et du fluorure de potassium, réaction qui peut être représentée par l'équation



$$CFl^4 + 6KOH = CO^3K^2 + 4KFl + 3H^2O.$$

» La présence du fluor a été mise en évidence au moyen du chlorure de calcium, qui a donné un précipité de fluorure de calcium.

([1]) *Conférences faites à la Société chimique de Paris*, p. 23; 1887-1888.

([2]) *Comptes rendus des séances de la Société de Physique;* séance du 17 janvier 1890.

([3]) *Comptes rendus des séances de la Société chimique de Paris;* séance du 7 février 1890.

([4]) *Handbuch der organischen Chemie* de Beilstein, t. I, p. 168. *Chem. Soc.*, t. XXXIX, p. 490.

([5]) *Comptes rendus*, t. XXXVIII, p. 395.

» Pour déterminer la formule de ce gaz, j'ai mesuré le volume d'acide carbonique fourni par la décomposition d'un volume donné du gaz. Ces deux volumes devaient être égaux si le gaz avait pour formule CFl^4.

» Résultats :

	Volume du gaz.	Volume d'acide carbonique.
	cc	cc
I	57,01	56,07
II	27,36	26,67

» Comme j'ai reconnu, dans d'autres circonstances, que le dosage du fluor, à l'état de fluorure de calcium, n'était pas d'une précision satisfaisante, j'ai pensé que j'établirais mieux la composition du corps obtenu en prenant sa densité.

» Pour cela, j'ai introduit dans un tube de Bohême, dans lequel j'ai fait ensuite le vide, les proportions théoriques de fluorure d'argent et de chlorure de carbone CCl^4; puis, j'ai fermé le tube à la lampe, je l'ai chauffé comme je l'ai indiqué plus haut. Je l'ai ensuite pesé, puis je l'ai ouvert sous la cloche destinée à recueillir le gaz; je l'ai refermé à la lampe et pesé de nouveau.

» En mesurant le volume du gaz dans l'éprouvette et en ayant son poids par la différence des poids du tube dans les deux pesées, je pouvais avoir la densité. Après les corrections de pression et de température nécessaires, j'ai trouvé :

Densité trouvée.	Densité calculée pour la formule CFl^4.
2,90	3,05

» Connaissant la densité, après avoir jaugé le volume du tube où s'était effectuée la réaction, je pouvais calculer le rendement. J'ai trouvé que j'avais obtenu un rendement aussi voisin que possible du rendement théorique.

» Depuis, j'ai essayé de faire réagir sur le fluorure d'argent les autres chlorures de carbone : les chlorures C^2Cl^4, C^2Cl^6 et la benzine hexachlorée.

» Tous ces chlorures réagissent. Avec C^2Cl^4, j'ai obtenu le fluorure gazeux C^2Fl^4 dont j'ai déterminé la densité.

» Résultats :

Densité trouvée.	Densité calculée.
3,43	3,46

» D'après ces résultats, je pense avoir trouvé et décrit une méthode simple, générale et avantageuse, permettant d'obtenir les fluorures de carbone dans un état de pureté très satisfaisante, ainsi que me l'ont montré les déterminations relatives à l'établissement des formules des premiers d'entre eux ([1]). »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur la flamme bleue du sel commun et la réaction spectroscopique du chlorure de cuivre.* Note de M. G. SALET, présentée par M. Friedel.

« On trouve, dans plusieurs Ouvrages d'Analyse spectrale, l'indication d'un spectre curieux, qu'on produit en projetant du sel marin dans un foyer incandescent de coke ou de houille. Les flammes qui s'en échappent prennent, dans ce cas, une coloration bleue particulière, attribuée par A.-P. Smith ([2]) à l'acide chlorhydrique.

» Ce savant a donné un dessin du spectre observé : il est caractérisé surtout par des bandes à doubles cannelures, dégradées vers le rouge et dont les plus importantes sont situées dans l'indigo et le vert bleu.

» Ayant eu l'occasion de répéter l'expérience, qui est fort exacte, j'ai reconnu que ces bandes sont dues au chlorure de cuivre. Ce sont celles que M. Lecoq de Boisbaudran a figurées dans son Atlas, *Pl. XXIV*, deuxième spectre, et auxquelles il a donné les lettres grecques suivantes : α (bande de droite), β (ces deux bandes beaucoup plus faibles que dans le dessin de M. de Boisbaudran), γ^1, γ^2, δ et ε; on voit aussi parfois λ et θ. La correspondance des bandes ne laisse aucun doute sur leur identité.

» Le coke avec lequel j'opérais contenait donc du cuivre. Il m'a été possible, en effet, d'en trouver dans les cendres qu'il fournit, et cela grâce à un procédé d'une extrême sensibilité et d'un emploi très commode.

» Les métaux étant mis en solution à la façon ordinaire, on précipite le cuivre sur une aiguille d'acier. Cette aiguille, portée dans la flamme extérieure du brûleur de Bunsen ne la colore pas ; mais, si l'on vient à rendre celle-ci chlorurante en y volatilisant un peu d'acide chlorhydrique, on voit apparaître immédiatement une belle coloration bleue donnant le spectre du chlorure de cuivre. On a souvent besoin, en Analyse spectrale,

---

([1]) Travail fait au laboratoire de M. Friedel, à la Faculté des Sciences.

([2]) *Chemical News*, t. XXXIX, p. 141; 1879.

de rendre momentanément une flamme chlorurante; pour cet objet, rien n'est plus commode que d'y introduire un pinceau d'une trentaine de fils de platine très fins imprégnés d'acide chlorhydrique liquide. Il est facile d'ailleurs, à l'aide de diverses dispositions, de faire affluer l'acide à la base de ce faisceau de fils, de façon à prolonger l'expérience autant qu'on veut. La recherche du cuivre par le procédé qu'on vient d'indiquer devient aussi aisée et aussi précise que celle des métaux dont les solutions donnent directement dans la flamme un spectre caractéristique. »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Sur la résistance électrique du fer et de ses alliages, aux températures élevées.* Note de M. **H. Le Chatelier**, présentée par M. Daubrée.

« Le fer doux éprouve, aux températures élevées, deux transformations moléculaires réversibles, caractérisées par des absorptions de chaleur latente plus ou moins considérables. Ces transformations ont été découvertes par M. Osmond ([1]) qui a indiqué en même temps le rôle important qu'elles jouent dans la métallurgie du fer. La première, peu marquée, se produirait à 730°, c'est-à-dire à une température voisine de celle de la *récalescence* de l'acier (700°); la seconde, accompagnée d'une absorption de chaleur plus considérable, se produirait à 855°.

» Dans les aciers carburés, M. Osmond a observé que la transformation de 855° s'atténue comme importance et s'abaisse comme température à mesure que la teneur en carbone va en croissant, jusqu'à ce que, pour les aciers durs, cette transformation vienne à se confondre avec la récalescence. Le procédé d'expérimentation employé laisse, il est vrai, comme M. Osmond l'a indiqué lui-même, subsister une certaine incertitude à ce sujet. L'abaissement et l'atténuation de la transformation pourraient n'être qu'apparents, et résulter seulement d'une espèce de trempe partielle et passagère amenée par la rapidité même du refroidissement.

» Cette question est intéressante à élucider en raison de la connexion qu'elle présente avec la trempe proprement dite de l'acier. La trempe à l'eau, d'après M. Osmond, a pour effet de maintenir à la température ordinaire la variété du fer et celle du carbure de fer normalement stables au-dessus de 860° et de 700°. La trempe au plomb maintiendrait seulement

([1]) *Comptes rendus*, t. CIII, p. 743 et 1135.

la variété du fer dans son état instable, sans s'opposer à la transformation normale du carbure de fer pendant le refroidissement.

» Pour trancher cette difficulté, il faut s'adresser à des propriétés du fer variant avec la température, mais dont la mesure puisse s'effectuer à température stationnaire, après avoir attendu un temps suffisant pour permettre au métal d'atteindre son état d'équilibre stable. Des mesures de dilatation effectuées dans ce but n'ont conduit à aucun résultat bien net; les changements brusques de longueurs qu'il s'agissait d'observer étaient d'un ordre de grandeur analogue à celui des erreurs d'expériences. J'ai entrepris alors l'étude des résistances électriques. Ce sont les résultats de ces expériences qui sont consignés dans les Tableaux et graphiques suivants, auxquels ont été adjoints quelques chiffres relatifs au nickel et au platine. Les résistances sont exprimées en ohms et rapportées à des fils de 1^m de longueur et 1^{mm} de diamètre. Toutes les expériences, sauf celles du platine, ont été faites dans l'hydrogène pur et sec.

Fer doux soudé très pur : C = 0,05 *pour* 100.
Scories interposées environ 1 *pour* 100.

t.......	15°	290	460	750	800	860	910	1060
r......	0,14	0,38	0,59	1,10	1,21	1,31	1,34	1,40

Acier fondu sur sole demi dure : C = 0,6 *pour* 100.
Mn = 0,4 *pour* 100.

t.......	15°	300	420	600	700	820	960	1100
r......	0,16	0,43	0,55	0,80	0,97	1,28	1,32	1,34

Acier dur.

t.......	15°	280	410	680	730	830	870	940	1050
r......	0,24	0,46	0,60	1,06	1,13	1,39	1,43	1,46	1,48

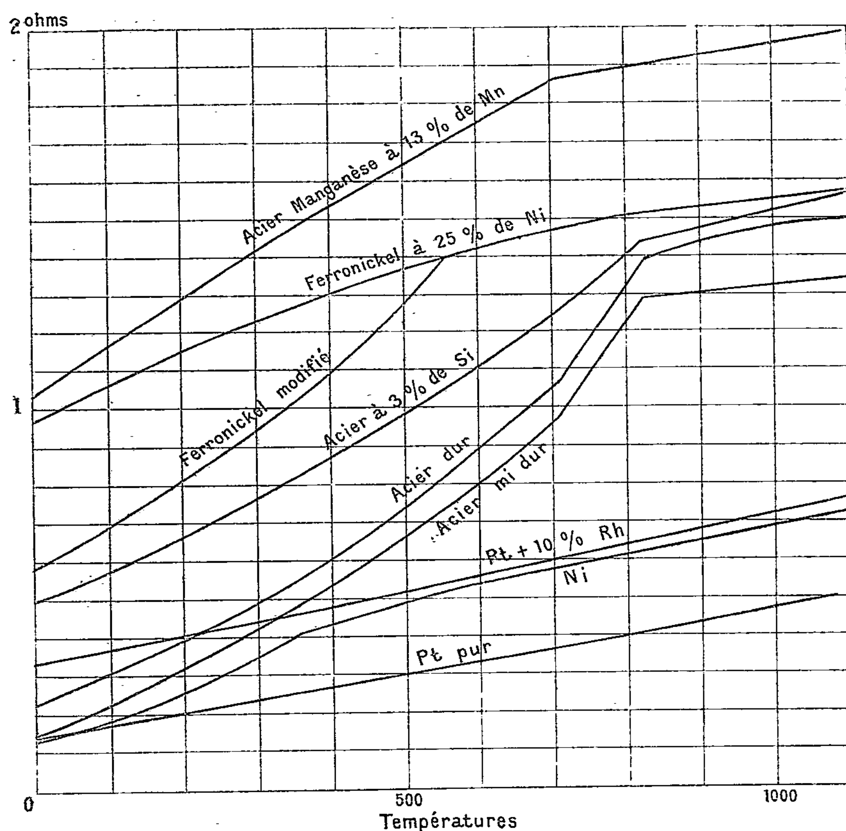
» Les courbes relatives au fer et aux aciers proprement dits mettent très nettement en évidence, par les points anguleux qu'elles présentent, les deux transformations moléculaires et montrent de plus que les températures de ces transformations sont sensiblement indépendantes de la proportion de matières étrangères alliées au fer.

» L'acier manganèse à 13 pour 100 de Mn, qui n'est pas un acier, mais un véritable alliage de fer et de manganèse, a présenté un point anguleux un peu incertain vers 700°. Je me propose de revenir ultérieurement sur

cette détermination; en étudiant l'action de la trempe qui produit sur ce métal des effets si curieux.

» Le nickel a présenté vers 340° un point anguleux très net.

» Le platine et le platine rhodié, qui servent dans la construction de mes couples thermo-électriques, ont présenté une résistance croissant proportionnellement à la température.



» Le ferronickel à 25 pour 100 de Ni a donné lieu à des phénomènes très intéressants. Chauffé dans l'hydrogène pur et *sec*, il n'a subi aucune altération, et sa courbe de résistance est restée parfaitement régulière, sans présenter aucun point anguleux. Chauffé au contraire dans l'hydrogène humide, il a éprouvé une modification profonde. Sa couleur est passée du gris jaunâtre au gris d'acier; ses propriétés mécaniques ont varié de la façon suivante, d'après des expériences faites par mon frère, M. A. Le Chatelier. La ténacité s'est élevée de 65^{kg} à 80^{kg}; l'allongement

de rupture est tombé de 65 pour 100 à presque rien; enfin l'effort limite élastique a plus que doublé. En même temps, la résistance électrique diminue d'un tiers. La courbe de résistance du nouveau métal donne à l'échauffement un point anguleux à 550° et au delà se superpose à la courbe du ferronickel normal. Par refroidissement les deux courbes restent superposées jusque vers 100°; mais, à partir de cette température, la résistance diminue progressivement pour rejoindre la courbe du métal modifié. Il y a donc pendant le refroidissement un retard à la tranformation, analogue à celui que la trempe produit sur les aciers; mais il m'a été impossible, même par un refroidissement très lent, d'éviter ce retard. Cette altération du ferronickel par l'hydrogène humide paraît due à l'oxydation d'un élément qui entre en petite quantité dans la constitution de cet alliage : le silicium.

» Depuis que ce travail est terminé, j'ai eu connaissance d'une étude analogue de M. Hopkinson, publiée dans les *Philosophical Transactions of the royal Society pour* 1889, Volume qui n'est pas encore distribué. Les expériences de ce savant se rapportent au fer doux, à l'acier semi-dur et à l'acier manganèse. Il trouve à 855° et 815° les points de transformation du fer que j'ai trouvés à 850° et 820°. Mais il n'a observé le point de transformation de 710° ni dans l'acier dur ni dans l'acier manganèse. »

CHIMIE. — *Recherches thermochimiques sur la soie.* Note de M. **Léo Vignon**, présentée par M. Berthelot. (Extrait.)

« On sait que la soie possède, pour une foule de substances, un pouvoir absorbant considérable. C'est en utilisant cette propriété que l'industrie peut effectuer la *teinture* de la soie et préparer par le tissage ces étoffes merveilleuses qui réalisent de si beaux effets décoratifs.

» Quoiqu'on ait poussé très loin l'utilisation technique du pouvoir absorbant de la soie, l'étude scientifique de cette propriété est encore peu avancée. Il pouvait être intéressant de reprendre cette question par la méthode thermochimique, telle que l'a conçue M. Berthelot. J'ai entrepris de rechercher si le pouvoir absorbant de la soie, grège ou décreusée, en se manifestant dans le calorimètre, vis-à-vis de différents réactifs possédant des fonctions chimiques déterminées, donnait lieu à des phénomènes thermiques mesurables....

» Les échantillons sur lesquels j'ai opéré provenaient du dévidage, à l'eau distillée,

d'un lot de cocons parfaitement homogène. Ces cocons, de couleur jaune pâle, avaient été produits par des vers à soie de l'espèce des *Bombyx mori*, appartenant à la race du Var, élevés à Meyzieu (Isère) en 1889.

» La soie grège, formée de 5 baves ou jets élémentaires, a donné aux épreuves de titrage les chiffres suivants :

Poids moyen de 500m	0gr,745
Ténacité moyenne	50gr
Élasticité moyenne	20,7 pour 100

» On a préparé ainsi 16 flottes de soie, dont les poids étaient compris entre 9gr et 12gr. La moitié de ces flottes a été soumise à un décreusage au savon (perte moyenne 22,94 pour 100). Enfin, les 8 flottes de soie grège et les 8 flottes de soie décreusée ont été conditionnées, et l'on a déterminé leur poids absolu....

» Dans les déterminations effectuées par immersion, on a constaté qu'il y avait toujours dégagement de chaleur. Si l'on a la précaution d'agiter, les phénomènes thermiques sont très nets; ils cessent, en moyenne, au bout de neuf minutes pour la soie grège, et après cinq minutes pour la soie décreusée. En opérant sur les flottes de soie pesant de 9gr à 12gr, immergées dans 500cc des différents réactifs employés, on observe, vers 12° C., des élévations de température qui ont varié de 0°,02 C. à 0°,32 C....

» Les dégagements de chaleur observés ont été rapportés à 100 parties de soie grège ou décreusée, complètement sèche. Ils ont été calculés également pour la formule $C^{141}H^{222}N^{48}O^{56}$. Voici les résultats :

Quantités de chaleur dégagée en calories, vers 12°, par le contact de la soie du Bombyx mori *(grège et décreusée) avec différents réactifs.*

(Les soies renferment leur proportion normale d'eau, soit 10 pour 100.)

Réactifs.	Soie grège pour 100gr.	Soie grège pour $C^{141}H^{222}N^{48}O^{56}$ en gr.	Soie décreusée pour 100gr.	Soie décreusée pour $C^{141}H^{222}N^{48}O^{56}$ en gr.
Eau	0,10	3,50	0,15	5,20
Potasse normale (KOH = 1lit) (1)	1,35	47	1,30	45,25
Soude normale (NaOH = 1lit) (1)	1,55	53,95	1,30	45,25
Ammoniaque normale (NH^3 = 1lit) (1)	0,65	22,65	0,50	17,40
Acide sulfurique normal ($\frac{1}{2}SO^4H^2$ = 1lit)	0,95	33,10	0,90	31,35
Acide chlorhydrique normal (HCl = 1lit)	0,95	33,10	0,90	31,35
Acide nitrique normal (NO^3H = 1lit)	0,90	31,35	0,85	29,60
Chlorure de potassium (KCl = 1lit)	0,20	6,95	0,10	3,50

(1) Les solutions alcalines, en agissant sur la soie grège, amènent une dissolution partielle du grès.

» L'examen des chiffres de ce Tableau permet d'établir un certain nombre de déductions :

» 1° Le pouvoir absorbant de la soie se manifeste, dans le calorimètre, avec des dégagements de chaleur nettement appréciables. Ces dégagements représentent, suivant les principes établis par M. Berthelot, la somme des travaux chimiques et physiques effectués par le contact de la soie avec les différents réactifs mis en expérience; leur mesure permet donc d'instituer une nouvelle méthode d'étude, pour les phénomènes d'absorption relatifs à la soie. Il est à prévoir que l'application de cette méthode permettra d'augmenter nos connaissances sur la théorie des phénomènes de teinture.

» 2° Les chiffres obtenus, pour la soie grège comme pour la soie décreusée, si l'on tient compte du degré d'approximation que permet d'atteindre la méthode thermochimique, présentent entre eux les mêmes rapports. Le grès de soie et la fibroïne appartiennent donc au même type chimique; ils manifestent les mêmes fonctions, l'intensité de ces fonctions se trouvant entre elles, dans des rapports sensiblement constants.

» 3° Les fonctions chimiques du grès de soie ont plus d'intensité que celles de la fibroïne. On a en effet, pour la somme des dégagements de chaleur,

Soie grège............ $13^{Cal},15$ Soie décreusée........ $11^{Cal},95$

» Si l'on admet que le grès et la fibroïne, ainsi que le montre l'examen microscopique, sont simplement juxtaposés, sans combinaison, on pourra calculer la somme des dégagements relatifs à chacune de ces substances. On a en effet

$$\text{soie grège} = \text{fibroïne} \times 0,7706 + \text{grès} \times 0,2294.$$

» En appelant x les dégagements de chaleur donnés par 100 parties de grès,

$$x \times 0,2294 + 11,95 \times 0,7706 = 13,15, \qquad x = \frac{13,15 - 11,95 \times 0,07706}{0,2294},$$

$$x = 17,2.$$

» Le rapport des intensités relatives des fonctions chimiques, dans le grès et la fibroïne, peut être mesuré par l'expression

$$\left.\begin{array}{ll}\text{Grès}\ldots\ldots\ldots\ldots & 17,20 \\ \text{Fibroïne}\ldots\ldots\ldots\ldots & 11,95\end{array}\right\} 1,451$$

» 4° La soie, grège ou décreusée, manifeste des dégagements de chaleur plus intenses avec les acides et les bases qu'avec les sels neutres; la fibroïne et le grès semblent donc posséder des fonctions basiques et acides nettement accusées. En même temps, elle présente des facultés absorbantes par rapport aux sels neutres; cette dernière propriété serait assimilable au pouvoir dissolvant que les liquides exercent sur les substances solubles. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Dosage de la potasse et de l'humus dans les terres.* Note de M. J. RAULIN, présentée par M. Pasteur.

« Le procédé de dosage de la potasse dans les terres, que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie, repose sur la très faible solubilité, dans les liquides aqueux, du phosphomolybdate de potasse, tandis que les phosphomolybdates de soude, de magnésie, de chaux, de fer, d'alumine, y sont plus ou moins solubles. Ce procédé n'exige pas de séparations bien compliquées, et il permet d'opérer sur un poids de terre relativement faible, puisque le poids du phosphomolybdate que l'on pèse est égal à 19 fois celui de la potasse à doser.

» On prépare un réactif formé d'une solution d'acide phosphomolybdique, en dissolvant 100^{gr} de molybdate d'ammoniaque cristallisé pur dans le moins d'eau possible, et ajoutant $6^{gr},5$ de phosphate d'ammoniaque neutre cristallisé, puis dissous dans un peu d'eau. On ajoute de l'eau régale; il se précipite du phosphomolybdate d'ammoniaque. On chauffe en ajoutant de l'eau régale de temps en temps jusqu'à dissolution du précipité. On évapore à feu nu d'abord, au bain-marie ensuite, vers 70°, jusqu'à siccité. On ajoute 400^{cc} d'eau, 5^{cc} d'acide nitrique, on chauffe et l'on filtre : le réactif phosphomolybdique est prêt.

» On prépare encore une liqueur destinée au lavage du phosphomolybdate de potasse, en dissolvant 20^{gr} d'azotate de soude dans 1^{lit} d'eau; 2^{cc} d'acide nitrique pur; un mélange de 20^{cc} environ de la liqueur phosphomolybdique et de $1^{cc},2$ environ de solution de nitre à 80^{gr} par litre, légèrement chauffé, pour saturer le liquide de phosphomolybdate de potasse. On agite, on laisse reposer, on décante le liquide.

» Pour préparer la liqueur dans laquelle on doit doser la potasse, on pèse exactement un échantillon de la terre, dans laquelle on doit doser la potasse, contenant environ 15^{mgr} de potasse anhydre; on dissout les sels de potasse par les procédés usuels; on les sépare de la plus grande partie des sels calcaires, ferrugineux et alumineux, et on les convertit en nitrates.

» On réduit la liqueur au volume de quelques centimètres cubes, on acidule légèrement par l'acide nitrique.

» On ajoute 4^{cc} de liqueur phosphomolybdique pour 10^{mgr} de potasse anhydre présumée. On évapore à sec à 50°, et *de suite* on procède à la filtration sur de très petits filtres tarés, dont chacun est double, en lavant le précipité avec 60^{cc} de la liqueur dont il a été question plus haut. On lave également avec le même liquide le filtre tare; on sèche à 50°, on pèse. Le poids multiplié par $\frac{5,2}{100}$ donne la potasse anhydre.

» Le dosage volumétrique de l'humus dans une terre par une solution de permanganate de potasse serait commode et pratique si la combustion de la matière organique n'était incomplète et si le brunissement de la liqueur ne rendait la fin de la réaction incertaine. L'application du procédé de John Henri Schmidt au permanganate [1] modifié m'a donné des résultats convenables.

» Dans un petit ballon à fond plat de 250^{cc}, on introduit 10^{cc} d'une solution de sulfate de manganèse à 16^{gr} de sel anhydre par litre, et 10^{cc} d'une solution de permanganate de potasse à 10^{gr} par litre; on chauffe quelques instants; la liqueur se décolore; il se précipite du bronze de manganèse. On ajoute 100^{cc} d'eau et 4^{cc} d'acide sulfurique à 150^{cc} d'acide monohydraté par litre. On y ajoute encore un volume exactement mesuré d'un liquide humique convenablement préparé, tel qu'en s'oxydant complètement il détruise au maximum la moitié du bioxyde de manganèse. On soumet le mélange à une légère ébullition pendant huit heures, en renouvelant l'eau à mesure qu'elle s'évapore. Il faut bien se garder de surmonter le ballon d'un tube à condensation, car les résultats ne seraient plus concordants.

» On dissout, à chaud, le bioxyde de manganèse non altéré par un léger excès, mesuré, d'acide oxalique normal décime, et l'on détruit l'excès d'acide oxalique par une solution de permanganate de potasse à 1^{gr} par litre, qu'on verse avec une burette graduée jusqu'à légère teinte rose.

» On calcule le volume d'acide oxalique non détruit par le bioxyde, d'après le volume de permanganate versé en dernier lieu, la correspondance des deux liqueurs ayant été établie par un essai préalable. On calcule le volume d'acide oxalique qui détruit la même quantité de bioxyde que l'humus introduit, en prenant la différence entre le volume d'acide oxalique nécessaire pour détruire tout le bioxyde formé par 10^{cc} de per-

---

(1) *Moniteur scientifique*, p. 1038 et 1160; 1887.

manganate à 10^{gr} par litre et le volume d'acide oxalique qui a détruit le bioxyde restant après l'action de l'humus; le premier volume d'acide oxalique, c'est-à-dire celui qui détruit le bioxyde formé par 10^{cc} de permanganate, a été déterminé par un essai préalable.

» Quant à la liqueur humique, elle a été préparée au moyen de 10^{gr} de terre traitée par la soude selon le mode habituel; il sera facile de calculer le volume de liqueur oxalique équivalent au volume total de la liqueur humique dont on a essayé une fraction déterminée, et par suite le volume de liqueur oxalique équivalente à l'humus de 10^{gr} de terre sèche.

» Ce nombre de centimètres cubes de liqueur oxalique multiplié par $0^{mgr},8$ exprimera, en milligrammes, le poids d'oxygène nécessaire pour brûler l'humus de 10^{gr} de terre sèche.

» L'humus n'étant pas un composé défini, mais un résidu de matières organiques complexes partiellement brûlé, il exigera, par unité de poids, d'autant plus d'oxygène pour achever la combustion que l'altération sera moins profonde. Ce poids d'oxygène, nécessaire pour brûler l'humus de 10^{gr} de terre sèche, peut servir à en apprécier la valeur tout aussi bien que le poids de l'humus lui-même.

» Cependant, si l'on veut avoir directement le poids de l'humus, on peut recourir au Tableau suivant qui, sans être rigoureux, peut être regardé comme suffisant, eu égard à la variabilité de la constitution de l'humus :

Volumes d'acide oxalique décime normal pour 10^{gr} de terre sèche.	Poids d'humus correspondants directement déterminés.	Volumes d'acide oxalique décime normal pour 10^{gr} de terre sèche.	Poids d'humus correspondants directement déterminés.
cc	mgr	cc	mgr
50..........	80	1600..........	1560
100..........	150	1800..........	1720
200..........	280	2000..........	1890
300..........	400	2500..........	2315
400..........	510	3000..........	2735
500..........	610	3500..........	3170
600..........	705	4000..........	3605
700..........	790	4500..........	4035
800..........	885	5000..........	4460
900..........	975	5500..........	4890
1000..........	1060	6000..........	5310
1200..........	1225	6500..........	5745
1400..........	1390		

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur une matière colorante des* Diaptomus, *analogue à la carotine des végétaux.* Note de M. **Raphael Blanchard**, présentée par M. A. Gautier.

« Les Copépodes du genre *Diaptomus* sont représentés dans les lacs des hauts plateaux des Alpes françaises par deux espèces nouvelles pour notre faune : *D. bacillifer* Kœlbel et *D. denticornis* Wierzejski. Un fait bien connu, et dont j'ai pu vérifier la fréquence et l'exactitude, c'est que, suivant le milieu où on la trouve, une même espèce de *Diaptomus* est rouge carmin, blanche, totalement incolore ou d'une légère teinte bleu verdâtre. Jusqu'à ce jour, aucun observateur n'a cherché la cause de ce curieux phénomène.

» L'abondance exceptionnelle de *Diaptomus bacillifer* d'un rouge vif dans certains lacs des environs de Briançon, notamment dans le lac de Gimont, par une altitude de 2400^{m} environ, m'a fourni l'occasion d'aborder l'étude de ce problème.

» Environ 300^{cc} de *Diaptomus* sont pêchés au filet fin, puis conservés dans l'alcool: cette quantité représente un nombre très considérable d'animaux, puisque chacun de ceux-ci n'a guère que 1^{mm} de longueur. Au bout de deux mois environ, l'étude du pigment est entreprise. L'alcool, très faiblement coloré, est décanté, puis les Crustacés sont broyés dans un mortier avec du sable fin. Le magma préparé de la sorte, lavé de nouveau à l'alcool, est évaporé dans le vide, pour le débarrasser de l'alcool résiduel. Il reste une poudre d'un rouge vif, point de départ de toutes nos manipulations.

» Exposée à l'air libre, cette poudre passe insensiblement au rouge brique, puis au jaune et finalement au blanc, même quand on la maintient à l'obscurité. Le pigment qu'elle contient est insoluble dans l'eau, dans l'ammoniaque, l'alcool méthylique, la potasse étendue; il est à peine soluble dans l'alcool éthylique, même à chaud. En revanche, il se dissout dans l'éther, qui prend la teinte du sirop de groseille; dans l'éther de pétrole et la benzine, qui se colorent en brun orangé; dans le chloroforme, qui devient rose; dans le sulfure de carbone, qui se colore en rouge ponceau. Les acides minéraux et organiques, les agents réducteurs et les alcalis sont sans action sur ces solutions.

» En raison de sa grande altérabilité et de son analogie avec les graisses, au point de vue de leurs communs dissolvants, j'ai adopté la méthode suivante, basée sur l'inégale solubilité des corps gras et du pigment dans les divers véhicules.

» La poudre, lavée à l'alcool et desséchée dans le vide, est traitée ensuite par l'éther de pétrole, et de nouveau séchée. L'alcool et l'éther de pétrole se sont chargés d'une quantité appréciable de pigment, mais ont enlevé en outre toutes les graisses et d'autres substances solubles. La poudre dégraissée est finalement traitée par le sulfure de carbone jusqu'à épuisement. Cette dernière solution est réduite à consistance sirupeuse par distillation; puis la substance huileuse d'un rouge carmin sombre qu'on obtient de la sorte est reprise par quelques gouttes de sulfure de carbone et portée dans le vide. Au bout de quelques jours, l'évaporation de ce dissolvant abandonne le pigment, mais non cristallisé (1).

» Le pigment du *Diaptomus* a une analogie marquée avec les lutéines ou lipochromes, mais en diffère pourtant par deux caractères essentiels. Les lipochromes, comme on sait, sont très répandus chez les Invertébrés et se retrouvent jusque chez les Crustacés; ils ont les mêmes propriétés générales que notre pigment, mais sont très solubles dans l'alcool et laissent apparaître deux, parfois même trois bandes d'absorption dans la moitié la plus réfrangible du spectre. Or, nous savons déjà que le pigment du *Diaptomus* est très peu soluble dans l'alcool; ses caractères spectroscopiques vont le différencier encore plus nettement des lipochromes.

» En solution très étendue et examiné sous une faible épaisseur, il donne, en effet, un spectre exempt de bandes; mais dans lequel le bleu, l'indigo et le violet sont obscurcis. Avec une solution moins diluée, ces mêmes couleurs sont absorbées, ainsi que la moitié droite du vert. Enfin, une solution très concentrée absorbe tout le spectre, à l'exception du rouge. Dans aucun cas, les parties visibles du spectre ne présentent la moindre bande d'absorption.

» Tout en reconnaissant les analogies du pigment des *Diaptomus* avec les lipochromes, il m'est donc impossible de le ranger parmi ces derniers. Comparé aux pigments rouges des Cœlentérés, des Échinodermes, des Bryozoaires, des Mollusques, etc., il ne se montre identique à aucun d'entre eux. En revanche, il présente une frappante ressemblance, tant au point de vue spectroscopique qu'au point de vue de l'ensemble de ses réactions, avec la carotine, $C^{26}H^{38}$, si bien étudiée par M. Arnaud.

» Celle-ci, à l'état de pureté, se dissout très peu dans l'éther; le pigment du *Diaptomus* s'y dissout, au contraire, assez abondamment. Mais, dans notre cas, l'éther dissolvait les graisses de nos Crustacés en même temps que le pigment : il devient ainsi un dissolvant mixte, dans lequel la sub-

(1) Il est mêlé d'aiguilles cristallines qu'on peut enlever mécaniquement, et qui sont peut-être le produit d'oxydation de notre pigment.

stance colorante se dissout avec une grande énergie. M. Arnaud a noté précisément le même fait pour la carotine.

» La carotine se dissout dans l'acide sulfurique et lui communique une belle coloration bleu indigo intense; si l'on verse alors le liquide dans l'eau, la coloration bleue disparaît aussitôt, sans qu'il y ait formation d'aucun précipité. Cette réaction s'obtient aussi avec le pigment du *Diaptomus*.

» Le pigment du *Diaptomus* présente donc, au point de vue de ses dissolvants et de la singulière réaction de l'acide sulfurique, une si parfaite ressemblance avec la carotine qu'on ne peut hésiter à le considérer, sinon comme identique à la carotine des végétaux, du moins comme un corps de même nature. Ce serait donc un carbure d'hydrogène non saturé.

» On sait que la carotine pure, dissoute dans le sulfure de carbone, est précipitée sous forme de cristaux par l'alcool absolu; la cristallisation n'a plus lieu, si la carotine a été chauffée à 70°. C'est pour cette raison que nous n'avons pu obtenir notre pigment à l'état cristallin, nos solutions ayant toutes été chauffées avant que nous n'ayons pensé à son analogie avec le pigment de M. Arnaud.

» Le pigment du *Diaptomus bacillifer* est donc de la carotine, ou plutôt une carotine; car on doit penser qu'il existe plusieurs carotines, tout comme il y a plusieurs chlorophylles et plusieurs hémoglobines. Il s'ensuit que les carotines, qui se rencontrent déjà chez tous les Phanérogames et chez les Fougères, prennent rang désormais parmi les pigments animaux.

» Cette constatation est d'une grande importance au point de vue de la physiologie générale, en ce qu'elle nous fait connaître :

» 1° Une nouvelle substance chimique commune aux animaux et aux plantes;

» 2° La possibilité pour l'organisme animal de fabriquer des hydrocarbures, corps inconnus jusqu'alors chez l'animal à l'état physiologique, mais très répandus chez les plantes;

» 3° Un nouvel exemple de l'existence de la carotine indépendamment de la chlorophylle, comme c'est d'ailleurs le cas, chez les plantes, pour la racine de la carotte et pour le fruit de la tomate et du potiron.

» Je me propose de poursuivre l'étude de cette substance, maintenant que sont établies ses affinités naturelles et la méthode suivant laquelle il convient de l'étudier (¹). »

(¹) Ce travail a été fait au laboratoire de Chimie de la Faculté de Médecine. Je

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur la substance intercellulaire.* Note de M. LOUIS MANGIN, présentée par M. Berthelot.

« Dans les tissus mous, où la membrane n'est pas incrustée de lignine ou de subérine, on distingue une lame moyenne qui relie les cellules entre elles et dont la nature est encore problématique. Les anatomistes, depuis Dippel, n'ont signalé jusqu'ici, pour cette substance, que son insolubilité dans l'acide sulfurique froid, et l'absence des réactions caractéristiques de la cellulose. D'autre part, les chimistes ont reconnu, dans le ciment qui réunit les cellules, des substances très différentes : de la cutose, de la gomme, du pectate de chaux, du ligni-gomme, etc.; mais les résultats des analyses qui ont fourni ces données n'ayant pas été contrôlés par l'examen microscopique, les produits extraits des tissus n'ont pu être localisés avec certitude, et l'on ne peut s'étonner des divergences que fournissent, au sujet de la nature de la lame moyenne, les Ouvrages de Chimie végétale.

» Je me propose, dans cette Note, de montrer que, chez les Phanérogames et les Cryptogames (les Champignons et beaucoup d'Algues exceptés), les tissus à éléments mous sont constitués par des cellules reliées entre elles au moyen d'un ciment formé d'acide pectique à l'état de pectates insolubles. Je restitue à ce ciment le nom de *substance intercellulaire,* qui exprime mieux que celui de *lame moyenne* son origine et son mode de formation.

» *Analyse chimique des tissus.* — On coupe en menus fragments les organes les plus divers (tiges, racines, feuilles, fleurs) et on les laisse macérer pendant vingt-quatre heures dans de l'alcool additionné d'acide chlorhydrique au quart ou au cinquième. On lave ensuite à l'eau distillée et l'on plonge les tissus dans une solution d'un sel de potasse ou de soude à réaction alcaline (carbonate, phosphate, oléate, silicate, etc.) ou dans une solution faible d'ammoniaque, ou enfin dans une solution d'un sel ammoniacal à acide organique (oxalate, citrate, etc.). Au bout de peu de temps, quand les fragments de tissus sont imprégnés du dissolvant, une faible agitation les dissocie complètement, et l'on obtient un liquide plus ou moins épais, dans lequel nagent les cellules, la cuticule, les fibres et les

---

tiens à remercier M. le Professeur A. Gautier de son cordial accueil et de ses bons conseils.

vaisseaux des tissus mous. Le liquide obtenu par les carbonates alcalins est filtré et additionné d'un acide, il précipite un magma gélatineux qui montre les caractères de l'acide pectique, tel que l'a défini M. Fremy. Ces résultats s'expliquent si l'on admet que l'acide chlorhydrique enlève les bases auxquelles l'acide pectique est combiné, et ce dernier, devenu libre, peut se dissoudre dans les liquides alcalins; en effet, si on laisse macérer les tissus qui ont subi l'action de l'acide chlorhydrique, dans de l'eau de chaux ou de baryte, l'acide pectique reforme avec ces bases des sels insolubles, et l'on ne peut plus obtenir, à froid, la dissociation des tissus dans les solutions alcalines.

» *Examen microscopique des tissus.* — L'existence presque constante de pectates insolubles dans la substance intercellulaire des tissus mous est confirmée par l'examen des tissus au moyen des réactifs colorants que j'ai fait connaître dans une précédente Note. On pratique des coupes minces dans des organes adultes et on les colore avec la phénosafranine ou le bleu de méthylène, après l'action de l'alcool chlorhydrique. L'acide pectique insoluble se colore plus fortement que les composés pectiques associés à la cellulose dans l'épaisseur des membranes propres à chaque cellule. On peut constater que ce ciment forme une couche mince dans toute la surface de contact des cellules, et, à l'endroit où celles-ci se séparent, il produit un bourrelet épais sous l'aspect d'un cadre limitant la surface de contact; ce bourrelet est en saillie plus ou moins prononcée dans la cavité des méats et même quelquefois remplit exactement ces derniers, comme dans le tissu du liber, dans le parenchyme du tubercule de la Pomme de terre, dans le prosenchyme circonscrivant les faisceaux (Iris, Jacinthe, etc.).

» C'est exclusivement dans les cadres de pectates insolubles formant la surface d'union des cellules, que se trouvent les ponctuations qui servent aux échanges osmotiques; au niveau de ces ponctuations, la membrane se dédouble toujours par la dissociation, chaque cellule emportant avec elle les cadres dont la membrane est munie; mais je n'ai pu encore décider si le ciment de pectates est continu dans toute la ponctuation et occupe même les mailles du réseau délicat qu'on y a depuis longtemps signalé.

» La forme des cadres de pectates est très variable; en général ovales ou rectangulaires, ils sont toujours orientés de manière que leur plus grande longueur soit parallèle à la direction de croissance. Ordinairement simples, ils sont parfois multiples, chaque surface de contact présentant plusieurs cadres à bords parallèles et emboîtés les uns dans les autres; ils représen-

tent les lignes de contact successivement abandonnées par suite des progrès de la croissance et de l'agrandissement des méats (bulbe d'Oignon). La surface externe de la membrane qui limite les méats présente souvent des sculptures formées par des pointes ou des boutons de pectates insolubles, dispersés sans ordre à la surface ou, le plus souvent, fixés sur les bords des cadres d'union et ornementant plus ou moins ces derniers; c'est ce qu'on peut observer dans les feuilles du *Yucca*, de l'*Iris*, de l'Ellébore noir, dans la tige des *Equisetum*. Enfin, dans un certain nombre de cas, les méats sont partiellement ou complètement remplis d'une sorte de gelée due à la transformation de l'acide pectique, normalement insoluble, en une masse capable de se gonfler et de se dissoudre dans l'eau (Allium, Narcisse, etc.).

» Tous ces ornements sont ordinairement dépourvus de cellulose; aussi l'action des réactifs iodés ne les fait-elle jamais apparaître, et l'on s'explique ainsi que les diverses sculptures que je viens de signaler aient échappé jusqu'ici à l'attention des botanistes. Le traitement chimique indiqué plus haut, c'est-à-dire l'action successive de l'acide chlorhydrique et d'un sel alcalin, fait disparaître les cadres et les sculptures de pectates, comme on peut s'en assurer en examinant au microscope la pulpe obtenue par la dissociation des tissus; on peut même suivre, sur des coupes, les progrès de la dissolution, et l'on voit les cellules dissociées, entraînées par le courant de dissolvant qu'on réalise sur le porte-objet.

» Dans les méristèmes, où les méats n'existent pas encore, on n'aperçoit pas les cadres de pectates, et les très jeunes cloisons, qui paraissent indivises, manifestent déjà les réactions de la cellulose et des composés pectiques; il existe cependant, au milieu de la membrane en apparence homogène, une lame très mince de pectates insolubles, car le traitement successif par l'acide chlorhydrique et les sels alcalins provoque la dissociation de ces tissus.

» La substance intercellulaire, formée par des pectates insolubles, est donc individualisée de bonne heure dans les méristèmes; sa transformation partielle en pectates solubles permet le dédoublement de la membrane et la formation des méats; par une sorte d'exsudation, elle forme, dans les tissus adultes, les ornements qui renforcent les surfaces d'union des cellules et qui augmentent la solidité des tissus. »

BOTANIQUE. — *Sur la localisation des matières colorantes dans les téguments séminaux.* Note de M. Louis Claudel, présentée par M. Duchartre.

« Les recherches sommaires de M. Poisson sur la localisation des pigments spermodermiques établissent que le siège de la matière colorante est très variable dans les graines. J'ai essayé d'en délimiter la variabilité en cherchant la cause des déplacements de la zone pigmentée.

» M. Strandmark, puis M. Lohde ont signalé, dans un certain nombre de spermodermes, une couche protectrice, à parois fortement épaissies et ordinairement colorées. Mes observations, étendues à une cinquantaine de familles, me permettent de donner à ce fait une très large extension. La couche protectrice commence, de bonne heure, à se différencier; ainsi, dans les graines d'*Asphodelus albus,* arrivées à peine au tiers de leur volume définitif, la huitième couche cellulaire, à partir du dehors, allonge radialement ses cellules en épaississant la paroi externe; de sorte qu'elles se présentent bientôt comme de longues tablettes compactes, ayant à la base une très petite cavité qui disparaît rapidement.

» Des formations de cette nature ne doivent plus se laisser traverser par les sucs nutritifs; par suite, elles amènent rapidement la mort des cellules qui leur sont extérieures et tendent à en déterminer la chute.

» On voit, en effet, la région tégumentaire située en dehors cesser de s'accroître dès que cette couche a atteint une certaine épaisseur; les réserves disparaissent, la paroi cellulaire se plisse, indice de la résorption du contenu; bien avant la maturité de la graine, la cavité cellulaire est entièrement vide. Les cellules mortes ne pouvant plus suivre le mouvement d'extension des parties profondes, sont comprimées, déchirées, n'adhèrent que faiblement aux tissus sous-jacents et peuvent même s'en détacher complètement.

» Or, la position de la couche protectrice est très variable, elle peut être superficielle et due seulement à une portion de l'épiderme, comme dans les *Solanum,* chez lesquels l'épaississement porte sur les parois inférieure et latérales des cellules épidermiques, et est suivi de la disparition, à maturité, de la moitié supérieure de cette paroi. Il en est de même dans la Cuscute, l'*Anagallis arvensis,* le *Mirabilis Jalapa.*

» Dans les *Geranium,* les quatre premières couches cellulaires du tégument montrent, de très bonne heure, des différences marquées; la première

est formée de cellules arrondies; la seconde, de cellules étroites, allongées tangentiellement, les unes et les autres à parois minces; au contraire, dans la troisième et la quatrième couche, les cellules allongées radialement ont des parois épaisses. Au fur et à mesure que l'ovule grandit, en même temps que les deux dernières assises cellulaires épaississent leurs parois, les deux premières subissent la série des modifications indiquées plus haut; dans la graine mûre, on n'en trouve plus que des traces.

» Dans la *Malva sylvestris*, l'épaississement de la troisième assise cellulaire isole de bonne heure les deux couches superficielles; mais la première seule disparaît; la seconde, gorgée de réserves, peut épaissir ses membranes et résister à la destruction.

» Chez les Crucifères, c'est encore la troisième couche qui devient protectrice; les deux premières, desséchées et altérées, se laissent détacher sans difficulté du reste du tégument. Dans le *Thlaspi arvense*, elles se détachent spontanément, ainsi que la paroi externe des cellules sous-jacentes; de là, comme dans les *Solanum*, des inégalités à la surface de la graine.

» C'est la quatrième couche dans les *Cistus*, la cinquième dans les *Tilia* qui épaissit ses membranes; les assises extérieures ne forment plus qu'une bande mince, qui n'adhère plus à la graine que par la région chalazienne.

» Dans les Ricins, comme l'a vu A. Gris, dans les Euphorbes et les Mercuriales, dans les Asphodèles, la première couche de la graine est d'origine profonde.

» Dans l'*Hypericum perforatum*, la zone protectrice est constituée par l'épiderme interne du tégument surmonté des parois inférieure et latérales de l'assise voisine; tout le reste s'exfolie.

» Enfin c'est le tissu superficiel de l'amande qui durcit et se colore dans le *Phlox Drummondi*, la *Gentiana germanica*, la *Scabiosa arvensis;* le tégument tout entier meurt de très bonne heure et, finalement, il ne reste qu'une bande papyracée autour de l'amande. Dans le *Verbascum Thapsus*, le *Melampyrum arvense*, il ne reste, autour de l'albumen, que de vagues débris. Même dans les graines de *Scrofularia aquatica*, *Smilax aspera*, l'amande est à nu, comme elle l'est, pendant toute son évolution, chez les Santalacées et les Loranthacées.

» La formation d'une zone de protection et les phénomènes qui s'ensuivent constituent un processus, très fréquent, mais paraissant n'obéir à aucune loi taxinomique. De deux plantes voisines, *Scrofularia* et *Antirrhinum*, par exemple, ou encore *Asphodelus* et *Asparagus*, l'une subira la

desquammation totale ou partielle de son tégument séminal, l'autre conservera intactes toutes ses assises spermodermiques. On ne peut donc employer la structure anatomique de la graine dans la classification végétale.

» On comprend maintenant la cause du déplacement de la zone colorée dans les téguments séminaux. Les matières colorantes spermodermiques ne se forment que dans des cellules vivantes; les pigments ne sauraient se produire en dehors de la zone épaissie, là où les cellules sont de bonne heure frappées de mort; or cette zone peut occuper toutes les positions, de l'épiderme à l'amande. Les mêmes raisons font qu'on ne peut fixer des règles pour la localisation des pigments séminaux dans un même groupe végétal.

» Dans un certain nombre de graines, pourtant, il ne se forme pas de couche protectrice. Les cellules tégumentaires des ovules d'*Antirrhinum* ne se distinguent des sous-jacentes ni par leur forme ni par leur contenu; aussi peuvent-elles accompagner l'ovule dans tout son développement. Dans ce cas, ce sont d'ordinaire les parties superficielles qui se colorent : l'épiderme seul (*Acanthus mollis*) ou l'épiderme et une portion du parenchyme (*Berberis, Diospyros*). Cependant il peut arriver que, même quand le tégument reste intact, la zone colorée appartienne aux couches profondes; le fait se produit lorsque les membranes tégumentaires sont gélifiées; dans le Lin, les *Plantago*, la coloration intéresse encore les cellules périphériques de l'amande. »

MINÉRALOGIE. — *Formation du quartz par la source de Mauhourat, à Cauterets*. Note de M. **Beaugey**, présentée par M. Fouqué.

« M. Daubrée a, depuis longtemps, signalé la formation de quartz calcédonieux dans des pores de briques romaines à Plombières; j'ai eu récemment l'occasion de constater qu'une des nombreuses sources thermales de Cauterets, la source de Mauhourat, donne naissance à du quartz nettement cristallisé.

» Cette source coule en partie latéralement, en partie de haut en bas, sur une longueur de 4^m à 5^m, dans une cassure du granite dirigée sensiblement est-ouest et presque verticale. Un caniveau accolé au mur de la cassure recueille l'eau minérale, que des tuyaux conduisent aux buvettes où elle est exclusivement utilisée. La température à l'émergence varie, suivant le point où on l'observe, de 47° à 51°; le débit moyen est d'environ 40^{mc}

par vingt-quatre heures. Il résulte de l'analyse faite par MM. Byasson frères en 1871, analyse qui diffère assez notablement de l'analyse antérieure (1861) de MM. Filhol et Réveil, que cette eau est légèrement sulfureuse et renferme une assez forte proportion de silicates de soude et d'alumine, $0^{gr},1195$ par litre, sur $0^{gr},2130$ de résidu solide calciné au rouge sombre, ainsi que des sulfates de chaux, de soude, des chlorures de sodium, d'aluminium, de lithium, etc.

» Le quartz qui se forme constitue, sur la paroi granitique le long de laquelle coule l'eau minérale, une croûte peu adhérente qui, en certains points, atteint une épaisseur de plus de 10^{cm}. Le quartz est généralement laiteux, parfois cependant presque hyalin; il forme des plaques irrégulières et l'on observe dans la masse des géodes où se trouvent alors des cristaux bien développés. Ces cristaux ont la forme ordinaire du prisme hexagonal pyramidé : leurs faces sont le plus souvent rugueuses, et l'on ne peut y voir les stries transversales habituelles, qui n'apparaissent que dans certains petits cristaux limpides très rares. Outre ce quartz compact, il se dépose du quartz pulvérulent qui est parfois extrêmement ténu, et l'on observe tous les intermédiaires entre ces deux termes en passant par des granules et des baguettes allongées à peine agglomérées.

» En certains points, le quartz offre les formes rhomboédriques de la calcite; il y a donc eu pseudomorphose. On trouve d'ailleurs, à une vingtaine de mètres de distance, également dans le granite, un filon de calcite, vraisemblablement dû à la même source, qui s'est ensuite déplacée et dont la composition a changé depuis qu'elle coule dans le filon quartzeux dont elle opère le remplissage.

» La densité des cristaux de quartz est de 2,65, chiffre ordinaire; on y observe des inclusions liquides à bulle mobile, extrêmement nombreuses et remarquables par leur grande dimension; le mouvement spontané des libelles est très net à un grossissement ne dépassant pas 500 diamètres.

» Le quartz est accompagné de gypse en cristaux accolés, implantés normalement à g^1 et formant des croûtes de quelques centimètres d'épaisseur. Ce gypse se dépose sur les points qui ne sont pas constamment lavés par l'eau thermale, qui arriverait à le dissoudre, et la cristallisation s'effectue par entraînement, molécule à molécule. Ce mode de cristallisation se présente sur d'autres sources minérales, notamment à Eaux-Bonnes, Cadiac, etc.; on trouve à la surface inférieure des dalles recouvrant les griffons de ces sources, en des points que l'eau n'atteint jamais, des cris-

taux de gypse très nets dont la formation ne peut s'expliquer différemment.

» Il se produit encore, mais en bien faible quantité, un minéral talqueux à reflet argentin, agissant vivement sur la lumière polarisée et qui recouvre parfois le quartz ou s'y trouve en inclusions entre des plaques d'orientation optique différente.

» La température à laquelle la source de Mauhourat produit le quartz est assez peu élevée pour qu'on puisse admettre que ce minéral peut se former dans des conditions analogues à la température ordinaire. Un grand nombre de filons ou de veines de quartz nous paraissent provenir de la même manière d'eaux renfermant une faible proportion de silice et circulant dans des cassures qu'elles remplissent peu à peu, en abandonnant cette silice à l'état cristallisé dans des conditions ordinaires de température et de pression. »

PÉTROGRAPHIE. — *Sur l'existence de roches à leucite dans l'Asie Mineure et sur quelques roches à hypersthène du Caucase.* Note de M. **A. Lacroix**, présentée par M. Fouqué.

« La *leucite* caractérise une famille de roches remarquables par leur composition minéralogique et par la rareté relative de leurs gisements. J'ai eu l'occasion d'étudier une collection de roches que M. Henri Martin m'a rapportée d'un voyage récent sur les bords de la mer Noire et dans le Caucase. Les roches recueillies à Trébizonde sont leucitiques et peuvent être rapportées à deux types; les échantillons du premier type sont noirs, compacts, ressemblant à du basalte; on n'y distingue à l'œil nu que deux minéraux : du pyroxène vert noirâtre et de la *leucite* en trapézoèdres transparents ne dépassant guère 1^{mm}. Les échantillons étudiés étaient adhérents à un tuf riche en cristaux d'augite. L'examen microscopique montre que cette roche est une *leucitite*. Le second type est à rapporter à la *leucotéphrite*. Cette roche est grise, âpre au toucher; on y distingue, à l'œil nu, de très petits grains de leucite et des cristaux plus grands d'augite atteignant $1^{mm},5$.

» L'examen en lames minces donne les résultats suivants :

» *Leucitite.* — Les éléments constitutifs de la roche sont :

» I. Olivine, pyroxène, leucite, magnétite.

» II. Leucite, augite et magnétite.

» III. Christianite.

» L'olivine et le pyroxène du premier temps se présentent en cristaux ayant toujours des formes nettes. Le pyroxène est vert jaunâtre, légèrement polychroïque. On y observe avec une grande fréquence, aussi bien que dans les microlithes, les macles en croix suivant $o^1(101)$ et $[b^1 d^{\frac{1}{3}} g^{\frac{1}{2}}](\bar{1}22)$. Les grands cristaux sont remarquablement zonés.

» La leucite a sa forme très nette : souvent dépourvue d'inclusions, elle est très faiblement biréfringente et il est nécessaire, pour distinguer les macles caractéristiques de ce minéral, de faire tailler la roche en lames atteignant $0^{mm},04$ d'épaisseur. Contrairement à ce qu'on observe dans la plupart des roches à leucite, ce minéral est ici, au moins en partie, de formation postérieure au pyroxène, qu'il moule parfois. Indépendamment de ces grands cristaux de leucite, il existe dans la roche de petits cristaux qui semblent s'être produits pendant le second temps.

» Les microlithes de pyroxène forment un feutrage englobant tous les grands cristaux de la roche. La christianite épigénise la leucite.

» *Leucotéphrite*. — Cette roche, beaucoup plus acide que la précédente, ne renferme plus d'olivine. Les seuls minéraux rencontrés au premier temps sont le pyroxène, la magnétite et la leucite. Au second temps, on observe : augite, oligoclase et magnétite disséminés dans de la matière vitreuse plus ou moins abondante suivant les échantillons. Par son facies extérieur, cette leucotéphrite ressemble beaucoup à celle du Vésuve. Un grand nombre d'échantillons sont imprégnés de *christianite*. Ce minéral se développe dans la leucite, qu'elle épigénise, dans la matière vitreuse et dans toutes les fissures, formant parfois des géodes dans lesquelles on observe de très petits cristaux rectangulaires offrant le groupement en croix de deux cristaux de la forme $p(001)$, $g^1(010)$, $h^1(100)$, maclés suivant $p(001)$.

» Les roches du Caucase que m'a remises M. Martin ont été recueillies par lui aux environs de Batoum et à l'ouest de Tiflis, près de Borjom, dans la vallée de la Koura et dans les torrents qui s'y jettent (en particulier près du village de l'Abas Touman). Les roches des environs de Batoum sont spécialement formées par des trachytes et des andésites associés à des obsidiennes renfermant de l'oligoclase et du pyroxène, disséminés dans une matière vitreuse qui présente parfois une biréfringence notable

due à des phénomènes de trempe. Il existe également des tufs calcaires renfermant des fragments des roches précédentes.

» Les roches des environs de Borjom sont extrêmement variées (limburgites, basaltes, labradorites, andésites, trachytes).

» Les andésites et les trachytes méritent une mention spéciale : ils sont très vitreux, pauvres en microlithes feldspathiques du second temps de consolidation, riches au contraire pour la plupart en grands cristaux constitués par de l'*oligoclase*, de la *biotite*, de l'*hypersthène*, de l'*augite* et de la *hornblende* : ces différents silicates ferromagnésiens pouvant se trouver ensemble ou former des associations qui permettent d'établir des variétés dans ces trachytes et ces andésites.

» Les cristaux d'hypersthène, à formes généralement distinctes, sont parfois engainés dans un cristal de hornblende. Ils sont souvent entourés, de même que l'amphibole, par une zone ferrugineuse brune.

» L'amphibole hornblende est d'un rouge brun foncé et possède un polychroïsme intense, identique comme teinte, comme direction et intensité, à celui de la biotite de la roche. Sa biréfringence atteint 0,06; son angle d'extinction dans g^1 (010) est voisin de 0°.

» Le mica noir est remarquable par l'écartement de ses axes ($2E = 40°$ environ). »

MINÉRALOGIE. — *De la composition de quelques craies pseudo-dolomitiques du nord de la France.* Note de M. **L. Cayeux**, présentée par M. Berthelot.

« D'Archiac, Graves, Buteux et M. N. de Mercey ont considéré comme magnésiennes des craies d'un jaune brun ou clair, à texture terreuse ou compacte et souvent mouchetée de manganèse, signalées dans l'Aisne, les Ardennes, l'Oise et la Somme, en un grand nombre de points. Ces craies se présentent, d'après M. de Mercey, tantôt dans le niveau à *Micraster-cor-anguinum*, tantôt dans le niveau à *Belemnitella quadrata* et *mucronata*. Aux confins des départements du Nord et de l'Aisne, le long de l'Escaut, j'ai constaté cette même craie jaune et dure dans la zone à *Micraster breviporus* et tout à fait à la base de la zone à *Micraster-cor-testudinarium*.

» La composition chimique de ces craies était loin d'être connue. Delanoue n'a trouvé que des traces de magnésie dans la craie de Ham, et

M. Ch. Barrois a cité une analyse de la craie à durillons de Bannogne (Ardennes), où le carbonate de magnésie n'atteint que 0,41 pour 100. Je suis arrivé aux mêmes résultats pour les craies de Vendhuile et Landifayt (Aisne), Eclusier-Vaux et Villers-Carbonnel (Somme), dont la teneur en dolomie est moindre que 1 pour 100.

» Mes recherches personnelles, exécutées au laboratoire de Chimie de M. Buisine, m'ont de plus permis de déterminer la cause de la coloration et de l'endurcissement de ces craies. Un élément important, qui a jusqu'ici échappé aux observateurs qui ont étudié la craie dite *magnésienne* et que l'analyse chimique m'a révélé, c'est le phosphate de chaux qui, dans les échantillons de grande dureté, atteint quelquefois 60 pour 100. Dans la craie jaune des localités précitées, on le trouve en grains microscopiques très irréguliers, transparents en lumière naturelle et sans action sur la lumière polarisée. Ces grains, peu abondants dans les parties tendres, s'enchevêtrent, en se concentrant, dans les parties compactes, où ils dominent.

» Il en résulte que c'est le phosphate, et non la magnésie, qui communique à la craie jaune son aspect dolomitique et sa compacité. »

M. **Cornevin** adresse une Note relative à l'influence du changement de milieu sur la répartition des sexes.

M. **Delaurier** adresse un projet de bateau-cloche, dit *amphibie*.

La séance est levée à 4 heures. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 3 février 1890.

(*Suite.*)

Archives italiennes de Biologie. Revues, résumés, reproductions des travaux scientifiques italiens, sous la direction de A. Mosso. Tome XII, fasc. III. Turin, Hermann Lœscher, 1889; br. gr. in-8°.

Matériaux pour l'histoire primitive et naturelle de l'homme; par CARTAILHAC *et* CHANTRE. XXIIe vol., 3e série, tome V, 1888. Paris, Ch. Reinwald, 1888; br. gr. in-8°. (Présenté par M. de Quatrefages.)

Memorie della Società degli spettroscopisti italiani, raccolte e pubblicate per cura del prof. P. TACCHINI. Roma, tipografia eredi Botta; br. in-4°.

Pubblicazioni del real osservatorio di Palermo. Anni 1884-1888, vol. IV. Prof. A. RICCO reggente la direzione. Palermo, Michele Amenta, 1889; 1 vol. in-4°.

Universidad literaria de Zaragoza. Memoria del curso de 1884 *à* 1887. Zaragoza, C. Ariño; 3 vol. in-4°.

Report of the Iowa Weather Service (1878-1887); *by* Dr GUSTAVUS HINRICHS, director. Des Moines, Iowa; Geo. E. Roberts, 1889; 8 br. et 3 vol. in-8°.

Archæology of Ohio; by M. C. READ. (Published by the Western reserve historical Society.) Cleveland, Ohio; 1 vol. in-8°.

The origin of civilisation and primitive condition of man; by Sir JOHN LUBBOCK. London, Longmans, Green and C°, 1889; 1 vol. gr. in-8°.

Annual Report of the geological Survey of Pennsylvania for 1887. Harrisburg, 1889; 1 vol. in-8°.

A Dictionary of the fossils of Pennsylvania and neighboring States named in the Reports and Catalogues of the Survey. Harrisburg, published by the Board of Commissioners for the geological Survey, 1889; 1 vol. gr. in-8°.

United States Commission of fish and fisheries. Part XIV. *Report of the commissioner for* 1886. Washington, Government printing Office, 1889; 1 vol. gr. in-8°.

Astronomische Beobachtungen an der K. K. Sternwarte zu Prag in den Jahren 1885, 1886 *und* 1887, *enthaltend originale Zeichnungen des Mondes; von* Prof. Dr L. WEINEK. Prag, 1890; 1 vol. in-4°.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 10 FÉVRIER 1890.

Archives de Médecine et de Pharmacie militaires, publiées par ordre du Ministre de la Guerre. Tomes XII et XIII. Paris, Victor Rozier, 1888-1889; 2 vol. in-8°.

Les agents provocateurs de l'hystérie; par GEORGES GUINON. Paris, A. Delahaye et Lecrosnier, 1889; 1 vol. in-4°. (Renvoyé au concours du prix Lallemand.)

Maladies de l'appareil digestif; par L. BAUMEL. Montpellier, Camille Cou-

let; Paris, Delahaye et Lecrosnier, 1888-1889; 2 vol. gr. in-8°. (Renvoyé au concours Montyon, Médecine et Chirurgie.)

Annuaire statistique de la France. Douzième année, 1889. (Ministère du Commerce, de l'Industrie et des Colonies.) Nancy, Berger-Levrault et Cie, 1889; 1 vol. in-4°.

Recherches cliniques et expérimentales sur l'antisepsie médicale; par le Dr Z. Petresco. Jassy, Imprimerie nationale, 1889; br. in-4°.

G. Vadala-Papale. — *Dati psicologici nella dottrina giuridica e sociale di G.-B. Vico*. Roma, Fratelli Bocca editori, 1889; 1 vol. in-8°.

Anales de la Sociedad Argentina. Buenos Aires, Pablo E. Coni é Hijos; br. gr. in-8°.

The proceedings of the Linnean Society of New South Wales. Second series, Vol. III, Part the third and Part the second. Sydney, F. Cunningham and C°, 1888; 2 vol. gr. in-8°.

Report of the Commissioner of education for the year 1887-1888. Washington, Government printing Office, 1889; 1 vol. gr. in-8°.

On souscrit à Paris, chez GAUTHIER-VILLARS ET FILS,
Quai des Grands-Augustins, n° 55.

Depuis 1835 les **COMPTES RENDUS** hebdomadaires paraissent régulièrement le *Dimanche*. Ils forment, à la fin de l'année, deux volumes in-4°. Deux Tables, l'une par ordre alphabétique de matières, l'autre par ordre alphabétique de noms d'Auteurs, terminent chaque volume. L'abonnement est annue et part du 1er janvier.

Le prix de l'abonnement est fixé ainsi qu'il suit :

Paris : 20 fr. — Départements : 30 fr. — Union postale : 34 fr. — Autres pays : les frais de poste extraordinaires en sus.

On souscrit, dans les Départements,

	chez Messieurs :
Agen	Michel et Médan.
Alger	Gavault St-Lager. Jourdan. Ruff.
Amiens	Hecquet-Decobert.
Angers	Germain et Grassin. Lachèse et Dolbeau
Bayonne	Jérôme.
Besançon	Jacquard.
Bordeaux	Avrard. Chaumas. Vincent. Muller (G.).
Bourges	David.
Brest	Lefournier. F. Robert. J. Robert. Ve Uzel Caroff.
Caen	Baër. Massif.
Chambéry	Perrin.
Cherbourg	Henry.
Clermont-Ferr.	Rousseau. Ribou-Collaye.
Dijon	Lamarche. Ratel. Damidot.
Douai	Lauverjat. Crépin.
Grenoble	Drevet. Gratier.
La Rochelle	Robin.
Le Havre	Bourdignon. Dombre.
Lille	Ropiteau. Lefebvre. Quarré.
Lorient	Gosse. Mme Texier.
Lyon	Beaud. Georg. Mégret. Palud. Vitte et Périssel.
Marseille	Millaud.
Montpellier	Calas. Coulet.
Moulins	Martial Place.
Nancy	Sordoillet. Grosjean-Maupin. Sidot frères.
Nantes	Loiseau. Mme Veloppé.
Nice	Barma. Visconti et Cie.
Nîmes	Thibaud.
Orléans	Luzeray.
Poitiers	Blanchier. Druineaud.
Rennes	Plihon et Hervé.
Rochefort	Boucheron-Rossignol.
Rouen	Langlois. Lestringant.
St-Étienne	Chevalier.
Toulon	Bastide. Rumèbe.
Toulouse	Gimet. Privat.
Tours	Boisselier. Péricat. Suppligeon.
Valenciennes	Giard. Lemaitre.

On souscrit, à l'Étranger,

	chez Messieurs :
Amsterdam	Robbers. Feikema Caarchen et Cie.
Athènes	Wilberg.
Barcelone	Verdaguer. Piaget.
Berlin	Asher et Cie. Calvary et Cie. Friedlander et fils. Mayer et Müller.
Berne	Schmid, Francke et Cie.
Bologne	Zanichelli et Cie.
Bruxelles	Ramlot. Mayolez. Falk.
Bucharest	Haimann. Ranisteanu.
Budapest	Kilian.
Cambridge	Deighton, Bell et Co
Christiania	Cammermeyer.
Constantinople	Lorentz et Keil.
Copenhague	Host et fils.
Florence	Lœscher et Seeber.
Gand	Hoste.
Gênes	Beuf.
Genève	Cherbuliez. Georg. Stapelmohr.
La Haye	Belinfante frères.
Lausanne	Benda. Payot.
Leipzig	Barth. Brockhaus. Lorentz. Max Rube. Twietmeyer.
Liège	Brandt. Gnusé.
Londres	Dulau. Nutt.
Luxembourg	V. Bück.
Madrid	Fuentès et Capdeville. Librairie Gutenberg. Gonzalès e hijos. Yravedra. F. Fé.
Milan	Dumolard frères. Hœpli.
Moscou	Gautier.
Naples	Furcheim. Marghieri di Gius. Pellerano.
New-York	Christern. Westermann.
Odessa	Rousseau.
Oxford	Parker et Cie.
Palerme	Clausen.
Porto	Magalhaès.
Prague	Rivnac.
Rio-Janeiro	Garnier.
Rome	Bocca frères. Loescher et Cie.
Rotterdam	Kramers et fils.
Stockholm	Samson et Wallin.
St-Petersbourg	Librairie Française. Wolff.
Turin	Bocca frères. Brero. Clausen. Rosenberg et Sellier.
Varsovie	Gebethner et Wolff.
Verone	Drucker.
Vienne	Frick. Gerold et Cie.
Zurich	Meyer et Zeller.

TABLES GÉNÉRALES DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES :

Tomes 1er à 31. — (3 Août 1835 à 31 Décembre 1850.) Volume in-4°; 1853. Prix .... 15 fr.
Tomes 32 à 61. — (1er Janvier 1851 à 31 Décembre 1865.) Volume in-4°; 1870. Prix .... 15 fr.
Tomes 62 à 91. — (1er Janvier 1866 à 31 Décembre 1880.) Volume in-4°; 1889. Prix .... 15 fr.

SUPPLÉMENT AUX COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES :

Tome I : Mémoire sur quelques points de la Physiologie des Algues, par MM. A. Derbès et A.-J.-J. Solier. — Mémoire sur le Calcul des Perturbations qu'éprouvent les Comètes, par M. Hansen. — Mémoire sur le Pancréas et sur le rôle du suc pancréatique dans les phénomènes digestifs, particulièrement dans la digestion des matières grasses, par M. Claude Bernard. Volume in-4°, avec 32 planches; 1856 .... 15 fr.

Tome II : Mémoire sur les vers intestinaux, par M. P.-J. Van Beneden. — Essai d'une réponse à la question de Prix proposée en 1850 par l'Académie des Sciences pour le concours de 1853, et puis remise pour celui de 1856, savoir : « Étudier les lois de la distribution des corps organisés fossiles dans les différents terrains sédimentaires, suivant l'ordre de leur superposition. — Discuter la question de leur apparition ou de leur disparition successive ou simultanée. — Rechercher la nature des rapports qui existent entre l'état actuel du règne organique et ses états antérieurs », par M. le Professeur Bronn. In-4°, avec 27 planches; 1861... 15 fr.

A la même Librairie les Mémoires de l'Académie des Sciences, et les Mémoires présentés par divers Savants à l'Académie des Sciences.

N° 6.

TABLE DES ARTICLES. (Séance du 10 février 1890.)

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE

CORRESPONDANCE.

PARIS. — IMPRIMERIE GAUTHIER-VILLARS ET FILS,
Quai des Grands-Augustins, 55.

1890

PREMIER SEMESTRE.

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

TOME CX.

N° 7 (17 Février 1890).

PARIS,
GAUTHIER-VILLARS ET FILS, IMPRIMEURS-LIBRAIRES
DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,
Quai des Grands-Augustins, 55.

1890

RÈGLEMENT RELATIF AUX COMPTES RENDUS,

Adopté dans les séances des 23 juin 1862 et 24 mai 1875.

Les *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie* se composent des extraits des travaux de ses Membres et de l'analyse des Mémoires ou Notes présentés par des savants étrangers à l'Académie.

Chaque cahier ou numéro des *Comptes rendus* a 48 pages ou 6 feuilles en moyenne.

26 numéros composent un volume.

Il y a deux volumes par année.

Article 1er. — *Impression des travaux de l'Académie.*

Les extraits des Mémoires présentés par un Membre ou par un Associé étranger de l'Académie comprennent au plus 6 pages par numéro.

Un Membre de l'Académie ne peut donner aux *Comptes rendus* plus de 50 pages par année.

Les communications verbales ne sont mentionnées dans les *Comptes rendus*, qu'autant qu'une rédaction écrite par leur auteur a été remise, séance tenante, aux Secrétaires.

Les Rapports ordinaires sont soumis à la même limite que les Mémoires; mais ils ne sont pas compris dans les 50 pages accordées à chaque Membre.

Les Rapports et Instructions demandés par le Gouvernement sont imprimés en entier.

Les extraits des Mémoires lus ou communiqués par les correspondants de l'Académie comprennent au plus 4 pages par numéro.

Un Correspondant de l'Académie ne peut donner plus de 32 pages par année.

Dans les *Comptes rendus*, on ne reproduit pas les discussions verbales qui s'élèvent dans le sein de l'Académie; cependant, si les Membres qui y ont pris part désirent qu'il en soit fait mention, ils doivent rédiger, séance tenante, des Notes sommaires, dont ils donnent lecture à l'Académie avant de les remettre au Bureau. L'impression de ces Notes ne préjudicie en rien aux droits qu'ont ces Membres de lire, dans les séances suivantes, des Notes ou Mémoires sur l'objet de leur discussion.

Les Programmes des prix proposés par l'Académie sont imprimés dans les *Comptes rendus*, mais les Rapports relatifs aux prix décernés ne le sont qu'autant que l'Académie l'aura décidé.

Les Notices ou Discours prononcés en séance publique ne font pas partie des *Comptes rendus*.

Article 2. — *Impression des travaux des Savants étrangers à l'Académie.*

Les Mémoires lus ou présentés par des personnes qui ne sont pas Membres ou Correspondants de l'Académie peuvent être l'objet d'une analyse ou d'un résumé qui ne dépasse pas 3 pages.

Les Membres qui présentent ces Mémoires sont tenus de les réduire au nombre de pages requis. Le Membre qui fait la présentation est toujours nommé; mais les Secrétaires ont le droit de réduire cet Extrait autant qu'ils le jugent convenable, comme ils le font pour les articles ordinaires de la correspondance officielle de l'Académie.

Article 3.

Le *bon à tirer* de chaque Membre doit être remis à l'imprimerie le mercredi au soir, ou, au plus tard, le jeudi à 10 heures du matin; faute d'être remis à temps, le titre seul du Mémoire est inséré dans le *Compte rendu* actuel, et l'extrait est renvoyé au *Compte rendu* suivant, et mis à la fin du cahier.

Article 4. — *Planches et tirage à part.*

Les *Comptes rendus* n'ont pas de planches.

Le tirage à part des articles est aux frais des auteurs; il n'y a d'exception que pour les Rapports et les Instructions demandés par le Gouvernement.

Article 5.

Tous les six mois, la Commission administrative fait un Rapport sur la situation des *Comptes rendus* après l'impression de chaque volume.

Les Secrétaires sont chargés de l'exécution du présent Règlement.

Les Savants étrangers à l'Académie qui désirent faire présenter leurs Mémoires par MM. les Secrétaires perpétuels sont priés de les déposer au Secrétariat au plus tard le Samedi qui précède la séance, avant 5h. Autrement la présentation sera remise à la séance suivante

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 17 FÉVRIER 1890,

PRÉSIDENCE DE M. HERMITE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ASTRONOMIE. — *Observations des petites planètes, faites au grand instrument méridien et au cercle méridien du Jardin de l'observatoire de Paris, pendant les trois premiers trimestres de l'année* 1889. Communiquées par M. **Mouchez**.

Dates. 1889.	Temps moyen de Paris.	Ascension droite.	Correction de l'éphémér.	Distance polaire.	Correction de l'éphémér.
		(181) Eucharis.			
	h m s	h m s		° ′ ″	
Mars 4......	10.41.42	9.33.11,11	»	73. 5.54,8 (1)	»

(1) Observation douteuse.

Dates. 1889.	Temps moyen de Paris.	Ascension droite.	Correction. de l'éphémér.	Distance polaire.	Correction de l'éphémér.
	(247) Eukrate ([1]).				
	h m s	h m s	s	° ′ ″	″
Mars 6......	9. 3.35	8. 2.41,09	»	42. 8.29,7	»
	(154) Bertha.				
Mars 23......	11.20.33	11.27. 2,49	»	60.43. 5,4	»
25......	11.10.53	11.25.13,99	»	60.48.13,8	»
	(12) Victoria.				
Juin 14......	14.28.39	20. 2.54,16	+ 0,19	98.13. 8,7	— 9,1
21......	13.59.14	20. 0.59,72	+ 0,12	97.10.51,4	— 6,5
23......	23.50.32	20. 0. 9,11	— 0,19	96.54.27,8	— 8,2
25......	13.41.43	19.59.11,69	+ 0,05	96.38.50,0	— 8,4
29......	13.23.43	19.56.55,85	— 0,12	96.10. 0,8	— 7,7
Juill. 2......	13. 9.59	19.54.58,45	+ 0,15	95.50.41,7	— 7,5
2([2])...	13. 9.58	19.54.58,25	— 0,05	95.50.41,1	— 8,1
3......	13. 5.21	19.54.16,33	— 0,10	95.44.43,3	— 7,4
3([2])...	13. 5.21	19.54.16,53	+ 0,10	95.44.41,9	— 8,8
5......	12.56. 2	19.52.49,10	— 0,11	95.33.29,9	— 7,5
5([2])...	12.56. 2	19.52.49,41	+ 0,20	95.33.28,9	— 8,5
6......	12.51.21	19.52. 4,17	+ 0,15	95.28.15,5	— 7,6
6([3])...	12.51.21	19.52. 4,24	+ 0,22	95.28.15,5	— 7,6
12......	12.22.59	19.47.16,42	+ 0,24	95. 2.10,8	— 8,8
12([3])...	12.22.59	19.47.16,29	+ 0,11	95. 2.12,1	— 7,5
17......	11.59. 8	19.43. 4,22	+ 0,03	94.47.44,1	— 7,9
17([3])...	11.59. 8	19.43. 4,27	+ 0,08	94.47.45,2	— 6,8
29......	11. 2.24	19.33.29,63	+ 0,08	94.39.56,4	— 4,5
29([3])...	11. 2.24	19.33.29,69	+ 0,14	94.39.53,9	— 7,0
30......	10.57.46	19.32.47,52	+ 0,06	94.40.52,0	— 5,7
30([3])...	10.57.46	19.32.47,64	+ 0,18	94.40.51,4	— 6,3
31......	10.53. 9	19.32. 6,69	+ 0,00	94.42. 3,0	— 4,9
31([3])...	10.53. 9	19.32. 6,71	+ 0,02	94.42. 2,2	— 5,7
Août 2......	10.44. 0	19.30.49,58	+ 0,16	94.45. 1,4	— 5,6
2([3])...	10.44. 0	19.30.49,53	+ 0,11	94.45. 0,6	— 6,4
3([3])...	10.39.28	19.30.13,18	+ 0,10	94.46.49,6	— 5,6

([1]) On n'a pu s'assurer si l'astre observé est bien la planète.
([2]) Observations faites au cercle méridien du Jardin.
([3]) Observation douteuse.

Dates. 1889.	Temps moyen de Paris.	Ascension droite.	Correction de l'éphémér.	Distance polaire.	Correction de l'éphémér.
		(12) Victoria (suite).			
	h m s	h m s		° ′ ″	″
Août 7(¹)...	10.21.36	19.28. 4,54	+ 0,01	94.55.55,5	— 5,0
10......	10. 8.32	19.26.47,57	+ 0,35	95. 4.31,5	— 3,9
10(¹)...	10. 8.32	19.26.47,27	+ 0,05	95. 4.31,5	— 3,9
13(¹)...	9.55.44	19.25.47,56	+ 0,04	95.14.23,8	— 4,0
16......	9.43.16	19.25. 6,56	+ 0,26	95.25.20,6	— 5,0
22......	9.19.16	19.24.42,00	+ 0,15	95.49.47,0	— 3,5
26......	9. 4. 0	19.25.10,07	+ 0,23	96. 7.15,3	— 3,3
28......	8.56.35	19.25.37,31	+ 0,09	96.16.11,0	— 2,6
29......	8.52.57	19.25.54,35	+ 0,10	96.20.39,3	— 3,2
		(5) Astrée.			
Juill. 2......	12.53.26	19.38.23,53	+ 4,99	107.13.42,5	+48,4
		(45) Eugénie.			
Août 17......	11.36.35	21.22.41,07	— 2,18	104. 2.28,0	+11,0
22......	11.13. 2	21.18.47,29	— 2,02	104.33.55,2	+13,1
26......	10.54.23	21.15.51,09	— 2,11	104.57.55,9	+11,4
27......	10.49.45	21.15. 9,21	— 1,96	105. 3.47,0	+13,5
28......	10.45. 8	21.14.28,02	— 2,01	105. 9.29,8	+12,5
29......	10.40.32	21.13.47,71	— 2,11	105.15. 8,5	+12,8
30......	10.35.57	21.13. 8,25	— 2,37	105.20.40,3	+11,8
Sept. 2......	10.22.18	21.11.17,09	— 2,29	105.36.43,5	+12,7
		(37) Fidès.			
Août 17......	11.42.15	21.28.22,18	»	108.44.56,9	»
22......	11.17.59	21.23.45,21	»	109. 1.13,1	»
26......	10.58.43	21.20.11,97	»	109.12.39,8	»
27......	10.53.56	21.19.20,37	»	109.15.16,2	»
28......	10.49. 9	21.18.29,50	»	109.17.47,1	»
29......	10.44.23	21.17.39,51	»	109.20.10,9	»
31......	10.34.55	21.16. 2,53	»	109.24.38,6	»

(¹) Observation douteuse.

Dates. 1889.	Temps moyen de Paris.	Ascension droite.	Correction de l'éphémér.	Distance polaire.	Correction de l'éphémér.
		(11) Parthénope.			
	h m s	h m s	s	° ′ ″	″
Août 22......	11.30.34	21.36.21,53	+ 1,79	107.18. 7,4	— 3,5
26......	11.11.37	21.33. 7,95	+ 1,95	107.43. 6,6	— 5,1
27......	11. 6.54	21.32.21,15	+ 1,65	»	»
28......	11. 2.13	21.31.35,56	+ 1,62	107.54.50,2	— 4,7
29......	10.57.33	21.30.51,15	+ 1,79	108. 0.28,8	— 4,8
31......	10.48.15	21.29.25,31	+ 1,80	108.11.18,1	— 5,0
		(241) Germania.			
Août 22......	11.46.23	21.52.13,63	»	95.11.50,7	»
26......	11.27.34	21.49. 7,54	»	95.24.56,9	»
27......	11.22.52	21.48.21,49	»	95.28.17,0	»
28......	11.18.11	21.47.36,15	»	95.31.42,5	»
29......	11.13.30	21.46.51,31	»	95.35. 9,1	»
30......	11. 8.51	21.46. 7,26	»	95.38.36,6	»
31......	11. 4.11	21.45.23,60	»	95.42. 5,1	»
Sept. 2......	10.54.54	21.43.58,30	»	»	»
		(6) Hébé.			
Août 30......	11.30.36	22. 7.56,38	+ 1,57	109. 5. 9,8	+ 0,3

» Les comparaisons de Victoria se rapportent à l'éphéméride publiée par M. D. Gill, celles d'Astrée et de Flore aux éphémérides données dans le n° 2895 des *Astronomische Nachrichten*, celles de Parthénope et d'Hébé aux éphémérides du n° 2910 du même Recueil, et enfin celles d'Eugénie à l'éphéméride du *Berliner Jahrbuch*.

» La valeur adoptée pour la parallaxe du Soleil est celle de la *Connaissance des Temps*, soit 8″,86.

» Les observations du grand instrument méridien ont été faites : le 14 juin par M. Hamy; les 12, 17 juillet et 16 août par M. F. Boquet; les 29, 30, 31 juillet, 2 et 10 août par M. Barré; toutes les autres par M. Callandreau.

» Les observations au cercle méridien du Jardin ont été faites exclusivement par M. Henri Renan. »

MÉCANIQUE CÉLESTE. — *Sur les mouvements des planètes, en supposant l'attraction représentée par l'une des lois électrodynamiques de Gauss ou de Weber.* Note de M. F. TISSERAND.

« On peut se demander ce qui arriverait si les mouvements des astres de notre système planétaire étaient gouvernés, non par la loi de Newton, mais par l'une de celles proposées en Électrodynamique par Gauss et Weber,

$$R_g = \frac{fmm'}{r^2}\left[1 + \frac{1}{h^2}\left(2u^2 - 3\frac{dr^2}{dt^2}\right)\right],$$
$$R_w = \frac{fmm'}{r^2}\left[1 + \frac{1}{h^2}\left(2r\frac{d^2r}{dt^2} - \frac{dr^2}{dt^2}\right)\right].$$

» La force qui s'exerce entre deux molécules M et M', de masses m et m', est supposée agir suivant la droite MM'; r désigne la distance MM', u la vitesse relative des deux molécules, R_g ou R_w l'intensité de la force. La constante h, qui représente une vitesse, est très grande par rapport à u; si elle pouvait être regardée comme infinie, on rentrerait dans la loi de Newton.

» J'ai examiné la question autrefois pour R_w (*Comptes rendus*, 30 septembre 1872), et j'ai été conduit aux résultats suivants :

» La substitution de la loi de Weber à celle de Newton, quand on donne à h des valeurs comparables à la vitesse de la lumière, ne produit dans les éléments elliptiques des planètes que des inégalités périodiques insensibles. La longitude du périhélie fait exception; elle contient un terme séculaire, dont l'expression est

$$\delta\varpi_w = \frac{f\mu}{ah^2}nt(1 + \tfrac{3}{2}e^2 + \ldots) = \frac{(f\mu)^{\frac{3}{2}}}{a^{\frac{5}{2}}h^2}t(1 + \tfrac{3}{2}e^2 + \ldots);$$

elle est d'autant plus sensible que la planète est plus rapprochée du Soleil (on a représenté par a, e, n, μ, le demi grand axe, l'excentricité, le moyen mouvement et la somme des masses de la planète et du Soleil). Si l'on suppose h égal à la vitesse de la lumière, $300\,000^{\text{km}}$ à la seconde, on trouve que, dans l'hypothèse de la loi de Weber, le grand axe de l'orbite de Mercure tournerait dans le sens direct de $14'',4$ en un siècle. Pour Vénus, la variation serait seulement de $3'',0$, et ne pourrait avoir d'effet appré-

ciable pendant plusieurs siècles, en raison de la faible excentricité de Vénus. La longitude moyenne de l'époque, ε, est aussi affectée d'un petit terme séculaire qui contient e^2 en facteur et n'aura d'ailleurs pour conséquence, comme on sait, que d'altérer très peu le moyen mouvement, ou plutôt la valeur théorique de a qui aurait lieu sans les perturbations.

» En lisant le bel Ouvrage de M. Bertrand *Sur la Théorie mathématique de l'Électricité*, où les formules électrodynamiques proposées par Gauss et Weber sont comparées l'une à l'autre, j'ai été conduit à faire pour la première le calcul que j'avais donné antérieurement pour la seconde, et j'ai trouvé sans peine, en appliquant les formules connues de la variation des constantes arbitraires,

$$\delta\varpi_g = \frac{2f\mu}{ah^2} nt(1 + e^2 + \ldots).$$

» On voit que le déplacement du périhélie, pour un temps donné, est sensiblement le double de ce qu'il était dans la loi de Weber. On obtient ainsi pour Mercure, en un siècle, avec la valeur de h adoptée précédemment,

$$\delta\varpi_g = + 28'',2.$$

» Le Verrier a trouvé que l'attraction des planètes doit faire tourner dans le sens direct le périhélie de Mercure de 527″ en un siècle; la discussion de l'ensemble des observations de la planète, et surtout de ses passages sur le disque du Soleil, lui a montré que le mouvement réel est plus grand de 38″. Cet excédent est très certain, en raison de la grande excentricité de Mercure; il a été confirmé, d'ailleurs, par les recherches récentes de M. Newcomb. D'autre part, il est impossible de l'obtenir par des changements dans les masses perturbatrices, sans introduire des désaccords intolérables dans les théories des autres planètes.

» C'est ainsi que Le Verrier a été conduit à l'hypothèse d'une planète intra-mercurielle, hypothèse qu'on a pu croire un moment pleinement réalisée. Mais, la masse de cette planète devant être relativement assez grande, on n'aurait pas manqué de la revoir dans les éclipses totales de Soleil observées avec tant de soin durant les vingt dernières années. A défaut d'une planète unique, on peut encore admettre à la rigueur qu'il existe entre Mercure et le Soleil un anneau de corpuscules analogue à l'anneau des astéroïdes compris entre Mars et Jupiter. La question reste ouverte, sans être résolue. Il est curieux de remarquer que la loi de Gauss

expliquerait les $\frac{3}{4}$ de l'excédent dont il s'agit [1], sans d'ailleurs troubler d'une façon appréciable l'accord réalisé par la loi de Newton dans la théorie des mouvements célestes. Je me borne à signaler cette coïncidence, sans prétendre en rien que la loi de Gauss soit la véritable.

» L'élément ε a une inégalité séculaire,

$$+\frac{4f\mu}{ah^2}nt(1+\tfrac{1}{2}e^2+\ldots),$$

beaucoup plus notable que dans la loi de Weber, mais qui ne saurait néanmoins avoir d'effet sensible, pour la raison déjà indiquée. »

GÉOMÉTRIE. — *Écrit posthume de Descartes sur les polyèdres.* Note de M. DE JONQUIÈRES.

« A l'appui de la priorité effective de Descartes dans la découverte de la relation $S+F=A+2$, j'apporte une nouvelle preuve, tirée de son écrit posthume et plus décisive encore que la première que j'en ai donnée [2]; car elle démontre que Descartes, non seulement a connu et employé cette formule, comme je l'ai dit, mais de plus *qu'il l'a énoncée explicitement*; ce que je n'avais pas d'abord remarqué.

» Dans le premier alinéa de la page 218 du tome II des *Œuvres inédites*, après avoir rappelé la formule (déjà citée par moi) $\Sigma=4S-8$, et donné (pour le cas où toutes les faces du polyèdre sont triangulaires ou ont été toutes partagées en triangles par des diagonales issues d'un même sommet dans chacune d'elles) les deux formules $F'=2S-4$ et $N=6S-12$, où F' est le nombre des triangles et N le nombre total des angles plans formés par cette subdivision, Descartes ajoute (ligne 14) :

» Numerus verorum angulorum planorum est $2F+2S-4$ [3], qui non debet esse major quam $6S-12\ldots$,

[1] Elle l'expliquerait complètement si l'on donnait à h une valeur égale aux $\frac{6}{7}$ de la vitesse de la lumière.

[2] *Comptes rendus*, t. CX, p. 261.

[3] Descartes écrit α au lieu de S, et φ au lieu de F; j'ai substitué les lettres adoptées aujourd'hui, afin de faire mieux ressortir l'identité des formules. La phrase se termine, dans le texte, par quelques mots, dont les premiers *sed si minor est* doivent être conservés, mais dont les derniers ont été altérés et signifient que, si le nombre B

c'est-à-dire :

» Le nombre (B) des angles plans effectifs du polyèdre est égal à $2(F + S - 2)$, nombre qui ne saurait excéder $6S - 12$.

» Le mot *verorum* (effectifs) est mis ici pour marquer qu'il ne s'agit plus des angles éventuels ou additionnels, introduits par la subdivision des faces en triangles, mais bien des angles mêmes de ces faces, telles qu'elles sont.

» Descartes ayant prouvé (p. 217) que $B = 2A$, la proposition précédente se traduit immédiatement par la formule

$$2A = 2(F + S - 2):$$

c'est la relation d'Euler, explicitement exprimée.

» Outre les applications que Descartes fait implicitement de cette relation à des exemples numériques (p. 220 et 222) que j'ai mentionnés ([1]), en voici une autre très caractéristique, qui pourrait à son tour servir de preuve. On lit au premier alinéa de la page 217 (je traduis à partir de la ligne 9) :

» Connaissant le nombre des angles plans (B) et celui des faces (F) d'un polyèdre, si l'on avait égard à ces seules données, on en déduirait aisément les modes possibles de répartition de ces angles entre les faces : par exemple, si les données sont 5 faces et 18 angles plans, on *pourrait* avoir 2 faces triangulaires et 3 quadrangulaires, ou bien 3 faces triangulaires, 1 quadrangulaire et 1 pentagonale, ou enfin 1 face triangulaire et 1 hexagonale. *Mais comme ce même solide possède nécessairement* 6 *sommets* (sed quia in eodem corpore sunt 6 anguli solidi), la première de ces trois combinaisons est seule compatible avec l'existence du polyèdre.

» Il est clair, d'après le membre de phrase souligné par moi dans la traduction (aussi bien dans la forme que dans le fond), que Descartes introduit le nombre 6 comme étant la conséquence nécessaire d'un *principe* connu ([2]), et non comme le résultat fortuit des données numériques qui

---

est moindre que $6S - 12$, la somme Σ des *valeurs* des angles des faces est exprimée par $4S - 8$, l'angle droit servant d'unité ainsi qu'il a été dit plus haut. Le texte dit : *expressus erit* $+ 4\alpha - 8 - 12$; ce qui est manifestement une faute de copie ; il faut lire : $4\alpha - 8$ *angulis rectis*.

([1]) *Comptes rendus, loc. cit.*, p. 265.

([2]) Descartes ne croit pas utile de l'énoncer à cette place, soit parce qu'il résulte de ce qui a déjà été dit dans les pages précédentes, ainsi que je l'ai prouvé dans ma précédente Communication, soit parce qu'il va l'énoncer explicitement à la page suivante, comme je viens de le démontrer dans celle-ci.

se présentent; et ce principe ne peut être que la relation $F + S = A + 2$, qui donne effectivement ici $S = 6$, puisque $F = 5$ et $2A = 18$.

» Enfin, à la page 215, où il s'agit de démontrer qu'il ne peut exister que cinq polyèdres réguliers convexes, Descartes donne comme conditions à remplir par les nombres F et S, que les deux divisions $\frac{2S-4}{F}$ et $\frac{2F-4}{S}$ puissent se faire exactement. Or il est aisé de voir que ces deux conditions symétriques découlent de la double égalité, qui se présente dans les polyèdres réguliers, $2A = nF = mS$ (n et m étant des nombres entiers), si l'on y fait usage, pour éliminer A, de la relation $F + S = A + 2$.

» Après la preuve explicite fournie plus haut, ces dernières confirmations n'étaient pas nécessaires assurément, mais elles m'ont paru utiles pour faire mieux connaître l'écrit de Descartes et les applications qu'il a faites de ladite relation.

» En résumé, Descartes ayant la priorité *en fait*, bien qu'elle ne lui revienne pas *en droit*, puisqu'il n'a pas celle de la publication, il est équitable d'associer désormais son nom à celui d'Euler, et d'appeler *relation d'Euler et de Descartes* la formule $F + S = A + 2$. »

M. A. Ledieu fait hommage à l'Académie du tome II et dernier du *Nouveau matériel naval*, qu'il a publié en collaboration avec M. *E. Cadiat*.

« Ce Volume renferme : le lancement et les explosions des torpilles Whitehead ; les différents types des autres torpilles automobiles ; les torpilleurs et les bateaux sous-marins ; la grosse et la petite artillerie navale la plus récemment adoptée dans les diverses marines ; les appareils de sondage, de sillage et de signaux ; la télégraphie optique ; les machines à production de chaud et de froid ; la navigation aérienne complète, et l'aviation ; les pigeons voyageurs ; l'étude technique des guerres maritimes modernes ; la constitution des flottes actuelles ; les formes, les utilisations et les résistances des divers types de navires présentement en usage. »

MÉMOIRES LUS.

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur une nouvelle plante reviviscente.* Note de M. Ed. Bureau.

« Dans les premiers jours du mois, mon Collègue M. de Quatrefages eut l'obligeance de me remettre deux petites touffes d'une Fougère desséchée, qui lui étaient envoyées des États-Unis par M. Le Métayer de Guichainville. Son correspondant lui écrivait que cette plante était une espèce inconnue, douée de propriétés hygrométriques analogues à celles de la *Rose de Jéricho* :

» On la trouve, disait-il, dans l'Arkansas; elle se propage dans les bas-fonds et pousse plus particulièrement sur les écorces du Bouleau jaune en décomposition. Au bout de huit heures au plus d'immersion dans l'eau, cette Fougère, remarquable et bizarre, reprend sa splendide verdeur. On la retire ensuite, et, tenue dans un lieu sec, il est facile de toujours recommencer l'expérience avec le même succès.

» En effet, un troisième échantillon, aussi sec que les deux autres, avait été, aussitôt l'arrivée, plongé dans l'eau par M. de Quatrefages, qui me le montra, le lendemain, étalé, reverdi et aussi vivant que si l'on venait de le cueillir.

» Contrairement à l'opinion de M. de Guichainville, cette espèce de Fougère n'est pas nouvelle. C'est le *Polypodium incanum* Pluck., assez répandu dans l'Amérique du Nord; mais, si l'espèce est connue, elle n'avait pas encore, que je sache, été signalée comme reviviscente; car, à n'en pouvoir douter, c'était bien du phénomène de la reviviscence qu'il s'agissait, et non du changement, par hydratation, de la forme d'une plante morte, comme cela a lieu pour la *Rose de Jéricho*.

» J'ignore depuis combien de temps exactement les plantes étaient arrachées; mais, à en juger d'après l'aspect des fructifications qu'elles portent, elles avaient dû être cueillies dans le courant de l'été. La perte de la plus grande partie de l'eau qu'elles contenaient, au lieu de les tuer, les avait simplement fait passer à un état de vie latente, assez comparable à la vie des graines. Une expérience tout indiquée était d'augmenter artificiellement cette perte d'humidité, et de chercher, comme on l'a fait autrefois pour les

Rotifères, jusqu'à quel point on peut dessécher, sans le tuer, ce végétal d'une organisation assez élevée et très complexe.

» Je n'avais, comme je l'ai dit, que deux échantillons. Le 5 février, avec le concours obligeant de M. Arnaud, je plaçai le plus gros, un vieux pied, dans une étuve bien ventilée du laboratoire de Chimie organique du Muséum. Il pesait $8^{gr},528$. La température était à 33°. Le 6 février, ce pied pesait $6^{gr},023$. La température fut portée à 40°. Le 11, la plante pesait $5^{gr},957$; le 12, $5^{gr},920$. La température fut alors élevée jusqu'à 55°, et le 12 le poids de la plante était tombé à $5^{gr},848$. Le 14, à cette même température, il semblait que le poids eût un peu augmenté; mais c'était une simple apparence, tenant à ce qu'une demi-minute peut-être s'était écoulée entre la sortie de l'étuve et la pesée. Les pesées doivent être faites très promptement. La plante desséchée absorbe l'humidité atmosphérique avec une telle rapidité que son poids augmente à vue d'œil. En somme, l'échantillon, déjà très sec, a perdu en dix jours $0^{gr},680$. Laissé dans la cage de la balance, en présence de la chaux vive, de 11^h du matin à 6^h du soir, il a augmenté de poids de $0^{gr},285$.

» L'autre pied, plus jeune et plus petit, pesait $2^{gr},380$. Il fut mis le même jour, 5 février, sous la cloche de la machine pneumatique, en présence d'acide sulfurique concentré, et on le maintint dans le vide, autant que possible, jusqu'au 15, c'est-à-dire aussi pendant dix jours. Il pesait alors $2^{gr},157$, et avait perdu par conséquent $0^{gr},223$.

» Les deux échantillons étaient alors d'un gris brun, à peine verdâtre. Celui qui avait passé à l'étuve était cependant un peu plus foncé. Ils étaient tellement secs que leur fragilité était extrême. Beaucoup de frondes, même âgées, affectaient une courbure en crosse, d'autres étaient droites; mais, dans toutes, les pinnules avaient pris une forme canaliculée par le rapprochement des deux bords latéraux, de telle sorte que la face supérieure, devenue concave, était presque entièrement cachée, et que, de quelque côté qu'on regardât la fronde, on n'apercevait guère que sa face inférieure, laquelle est couverte d'écailles, peltées, scarieuses. Ce revêtement écailleux et le mode de recroquevillement des frondes paraissent bien faits pour les défendre contre une évaporation trop rapide.

» Les deux plantes furent plongées dans l'eau. Celle qui avait été séchée à l'étuve n'acheva de dérouler ses pinnules qu'au bout de trente-six heures. Les frondes les plus jeunes devinrent seules d'un beau vert à la face supérieure. Les vieilles frondes, qui étaient pour la plupart endommagées,

gardèrent une teinte brunâtre : elles étaient probablement déjà altérées, lorsque ce pied, fort vieux, avait été arraché.

» Tout autre était, et est encore actuellement, l'aspect du jeune pied qui a été séché dans le vide : toutes les frondes sont intactes, robustes, dressées, d'un beau vert; toutes les pinnules sont étalées, et la plante ne diffère en rien d'un pied qui viendrait d'être cueilli. Neuf heures d'immersion ont suffi pour amener ce résultat. Depuis deux jours, les frondes sont sorties de l'eau, et la plante, n'absorbant plus le liquide que par ses racines, se maintient vivante et fraîche.

» Le *Polypodium incanum* vient donc augmenter la liste, encore peu nombreuse, des Cryptogames vasculaires reviviscentes. J'ai fait connaître les premières en 1863, à la suite d'expériences que je fis avec Paul Bert. C'étaient : *Selaginella lepidophylla* Spring, *Ceterach officinarum* Willd. et *Asplenium Ruta muraria* L. Plus tard, Daniel Hanbury reprit ces expériences sur mes indications, et constata les mêmes propriétés chez *Polypodium vulgare* L., *Cheilanthes odora* Sw., *Asplenium lanceolatum* Sm. et *Adianthum Capillus-Veneris* L. Il porta, sans les tuer, quelques-unes de ces plantes à 66° C.; mais aucune ne survécut après avoir été exposée à 100°. Duval-Jouve avait déjà remarqué que certains *Isoetes* peuvent revivre après plusieurs années de séjour en herbier.

» On connaît donc le phénomène de la reviviscence dans trois classes au moins de Cryptogames vasculaires. Toutes les expériences faites avec des plantes phanérogames ont échoué jusqu'ici. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. F. **Ritter** soumet au jugement de l'Académie un Mémoire sur la vie et les travaux de François Viette.

(Renvoi à la Section de Géométrie.)

MM. **Allaire** et **Gautier** soumettent au jugement de l'Académie un Mémoire sur une « nouvelle machine rotative, utilisant la force expansive d'un fluide quelconque sous pression ».

(Commissaires : MM. Resal, Marcel Deprez.)

M. E. Menin adresse une Note sur un « système de propulsion, propre à la navigation, soit aérienne, soit aquatique ».

(Renvoi à la Section de Navigation.)

MM. Friedorfer et Kray adressent, de Gablonz (Autriche), une Note relative à un anti-phylloxérique de leur invention.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

CORRESPONDANCE.

M. le Ministre de l'Instruction publique et des Beaux-Arts invite l'Académie à lui présenter une liste de deux candidats pour la chaire de Chimie appliquée aux corps organiques, actuellement vacante au Muséum d'Histoire naturelle par suite du décès de M. Chevreul.

(Renvoi à la Section de Chimie.)

M. B. Danilewsky adresse ses remerciements à l'Académie pour la distinction accordée à ses travaux dans le concours des prix de Médecine et de Chirurgie (fondation Montyon) pour l'année 1889.

M. A. Laussedat prie l'Académie de vouloir bien le comprendre parmi les candidats à la place d'Académicien libre, actuellement vacante.

HYDRAULIQUE. — *Sur la distribution des pressions et des vitesses dans l'intérieur des nappes liquides issues de déversoirs sans contraction latérale.* Note de M. Bazin, présentée par M. Boussinesq.

« Nous avons fait, dans le courant de l'année 1889, de nombreuses expériences pour déterminer la répartition des vitesses et des pressions dans l'intérieur des nappes. L'instrument dont nous avons fait usage consiste en une lame de cuivre de 3^{mm} d'épaisseur, plongée parallèlement à la direction des filets fluides dans la nappe où, en raison de sa faible épaisseur, elle ne cause pas de perturbation sensible. Dans l'intérieur de cette lame

sont logés deux petits tuyaux de 2^{mm} de diamètre, débouchant, l'un à l'extrémité antérieure, l'autre sur la face latérale. Ce dernier, parfaitement arasé sur cette face plane le long de laquelle glissent les filets fluides, n'est soumis qu'à la pression locale au point où il débouche; l'orifice antérieur, au contraire, sorte de petit tube de Pitot, s'ouvrant normalement au courant, reçoit directement le choc de la veine liquide. Les pressions exercées sur les deux orifices sont transmises par des raccords flexibles à des tubes verticaux en verre installés dans une fosse latérale. Si l'on désigne par z la hauteur du point considéré au-dessus de la crête du déversoir, par u la vitesse et par p la pression (¹), l'observation du niveau de l'eau dans ces tubes fait connaître, pour le tube correspondant à l'orifice antérieur, la somme $z+p+\frac{u^2}{2g}$; pour le tube correspondant à l'orifice latéral, $z+p$, et, par suite, p et u. L'instrument était installé au début de manière à placer les orifices au-dessous du sommet de la courbe décrite par la surface inférieure de la nappe; on le relevait ensuite progressivement de manière à traverser la nappe suivant une direction à peu près verticale. La répartition des pressions diffère complètement, suivant que l'on considère les nappes *libres*, dont la surface inférieure est en communication constante avec l'air extérieur, ou les nappes soit *adhérentes*, soit *noyées en dessous*.

» *Nappes libres*. — Si l'on promène verticalement l'orifice antérieur de l'instrument dans l'épaisseur de la nappe, on constate que, dans toutes ses positions, la somme $z+p+\frac{u^2}{2g}$ reste sensiblement constante et diffère peu de la charge h, mesurée en amont du déversoir. Le principe de D. Bernoulli se trouve ainsi vérifié expérimentalement d'une manière très nette. Si l'on compare ensuite les résultats obtenus pour différentes charges, on reconnaît aisément que p et $\frac{u^2}{2g}$ varient proportionnellement à h, c'est-à-dire qu'à une même valeur de $\frac{z}{h}$ répondent dans toutes les expériences des valeurs égales pour $\frac{p}{h}$ et $\frac{u^2}{2gh}$; par suite, on peut, en prenant $\frac{z}{h}$ comme abscisse, représenter par des courbes uniques et applicables à toutes les charges les valeurs de $\frac{p}{h}$, $\frac{u^2}{2gh}$ et $\frac{u}{\sqrt{2gh}}$.

(¹) p représente ici l'excès, évalué en hauteur d'eau, de la pression réelle P sur la pression atmosphérique Π.

» L'examen de ces courbes montre que le maximum de p est égal à $0,18h$, et se trouve placé à une hauteur $z = 0,34h$ au-dessus de la crête du déversoir; ces résultats sont d'accord avec ceux qu'avait obtenus M. Boussinesq dans ses recherches théoriques sur les déversoirs. La vitesse u décroît régulièrement depuis la surface inférieure de la nappe, où elle est $0,94\sqrt{2gh}$, jusqu'à la surface supérieure, où elle se réduit à $0,47\sqrt{2gh}$. Enfin, si l'on déduit de la courbe des $\frac{u}{\sqrt{2gh}}$ la valeur moyenne de u pour toute l'épaisseur η de la nappe, et si l'on multiplie cette moyenne par η pour déterminer le débit, on retrouve à fort peu près le coefficient obtenu par les expériences de tarage directes.

» *Nappes adhérentes à la face aval du barrage* (¹). — La répartition des pressions est beaucoup moins simple que dans le cas précédent. La pression P sous la nappe est notablement inférieure à la pression atmosphérique Π, de telle sorte que la différence $p = P - \Pi$ devient négative. Cette *non-pression* croît avec la charge h et peut atteindre $2h$; elle est intimement liée au coefficient de débit, qui s'élève beaucoup et surpasse de près d'un tiers celui de la nappe libre.

» Si l'on traverse la nappe de bas en haut, on rencontre d'abord des pressions P croissantes; la différence $p = P - \Pi$ finit par devenir nulle, puis positive, et atteint un certain maximum au delà duquel elle décroît, pour s'annuler de nouveau à la surface supérieure. Ce maximum est fort inférieur à celui que nous avons constaté dans les nappes libres, car il ne s'élève qu'à quelques centièmes de h. La nappe adhérente se trouve donc formée d'un noyau où la non-pression est très accusée et, dans les couches liquides qui l'enveloppent, la pression surpasse à peine celle de l'atmosphère, de sorte que, si l'on perce cette enveloppe en y introduisant un corps solide, l'air se précipite avec force dans l'intérieur; on s'explique ainsi le défaut de stabilité de ce genre de nappes.

» *Nappes noyées en dessous.* — La question se complique encore davantage lorsque l'on passe au cas plus général des nappes noyées en dessous. En effet, tandis que les nappes adhérentes que nous venons de considérer sont indépendantes du niveau d'aval, les nappes noyées en dessous sont au contraire souvent influencées par ce niveau. Lorsque le niveau d'aval est suffisamment abaissé, la répartition des pressions rappelle celle qui a lieu dans les nappes adhérentes, si ce n'est que la non-pression est moitié

(¹) *Voir* notre Note du 3 octobre 1887 (*Comptes rendus*, t. CV, p. 568).

moindre et que le maximum absolu des pressions p y est un peu plus élevé. Mais lorsqu'on relève progressivement le plan d'eau d'aval, on voit, bien avant qu'il n'atteigne le niveau de la crête du déversoir, les courbes de pression se déplacer en même temps. Lorsque ce plan d'eau a dépassé la crête, les pressions inférieures à celles de l'atmosphère disparaissent complètement ; p reste positif dans toute l'épaisseur de la nappe et présente un minimum et un maximum, qui se rapprochent l'un de l'autre en position et en valeur absolue, à mesure que l'on élève le niveau d'aval. En même temps, le coefficient de débit, qui dépend principalement du minimum de p, va en décroissant et finit par être inférieur à celui de la nappe libre. Ces détails compliqués, qui excéderaient les limites de la présente Note, feront l'objet d'une Communication ultérieure. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *De quelques objections à la théorie de la circulation verticale profonde dans l'Océan.* Note de M. **J. Thoulet**, présentée par M. Bouquet de la Grye.

« On admet généralement que les eaux océaniques, obéissant à diverses causes parmi lesquelles il faut compter la chaleur solaire, l'évaporation, la rotation terrestre et les vents réguliers, sont animées, dans chaque hémisphère, d'un mouvement de translation de l'équateur vers les pôles à la surface. Parvenues dans les hautes latitudes, par suite du refroidissement qu'elles éprouvent, elles descendent dans les profondeurs, rampent sur le lit de l'Océan depuis les pôles jusqu'à l'équateur, remontent perpendiculairement et gagnent la surface, pour y continuer le cycle de cette circulation dite *verticale*.

» Cette théorie donne prise à plusieurs objections qui semblent l'infirmer, autant du moins qu'on en puisse juger en l'absence de Cartes topographiques du fond de l'Océan et de Cartes isothermiques détaillées que la Science ne possède pas encore et qui seraient seules capables de résoudre le problème.

» Sauf dans les mers polaires peu profondes, les températures les plus basses ont été constatées dans les portions les plus profondes du lit océanique, au large du Pérou et du Chili, de l'embouchure de la Plata et dans la fosse des Kouriles, sur des aires limitées et sans communication avec les régions polaires, ce qui contredit l'hypothèse d'un afflux d'eaux froides arrivant des pôles.

» L'observation prouve que les sédiments marins profonds, dont les argiles rouges constituent le dernier terme, sont au maximum d'oxydation. La présence de l'oxygène en dissolution dans les eaux abyssales, sur laquelle on avait cru devoir s'appuyer pour nier l'existence de régions de stagnation, s'explique parfaitement, puisque, dans les grands fonds, rien n'est capable de s'emparer de ce gaz.

» Les minéraux prenant naissance dans les grands fonds (christianite en cristaux, nodules manganésiens) sont solubles dans l'eau de mer. Leur formation ne peut avoir lieu qu'au sein d'un milieu saturé de leurs éléments composants et, par conséquent, immobile.

» Si un courant transportait les eaux tout le long du sol sous-marin des pôles à l'équateur, il transporterait aussi les vases légères et, contrairement à ce qu'on observe, les matériaux se disposeraient par ordre croissant de finesse, des pôles à l'équateur.

» Un bassin en bois, de 1^m de longueur et $0^m,65$ de largeur, rempli d'eau, soit douce, soit salée, à la surface duquel sont disposées, d'un côté une boîte en cuivre chauffée par quarante-six becs de gaz, de l'autre une cuve pleine de glace, ne laisse distinguer aucun courant. On n'éprouve même pas la moindre sensation de chaleur en mettant la main presque au contact de la boîte chaude.

» Les Cartes schématiques des densités profondes publiées par le *Challenger*, et sur lesquelles on voit les eaux de l'Océan disposées par nappes d'égale densité irrégulières, de sorte que des eaux lourdes surnagent souvent des eaux plus légères, ne sont point l'expression de la vérité. En dressant ces Cartes, on a eu le tort de réduire les densités à une même température normale et de ne point leur faire subir la correction de compressibilité. Si l'on reprend les valeurs observées par M. J.-Y. Buchanan, si on les ramène à la température *in situ* et si enfin on leur applique la formule de compressibilité de Mohn $S_n = S(1 + 0,0000046614_n)$, où S_n est la densité à n mètres de profondeur d'une eau de densité S à la surface, les couches se superposent régulièrement par ordre de densités décroissantes du fond à la surface. Il est douteux qu'une eau lourde occupant le fond se décide à remonter verticalement à l'équateur à travers plusieurs milliers de mètres d'eaux plus légères, pour faire place à des eaux venant du pôle. L'eau de ces régions, protégée par la glace qui les recouvre, ne se refroidit pas indéfiniment.

» En attendant les Cartes, seules capables de trancher la question d'une

manière définitive, on serait donc fondé à croire à l'existence de deux zones superposées : l'une de repos, où l'eau en équilibre stable, résultat de l'action des siècles et remontant peut-être aux époques géologiques antérieures, serait pour ainsi dire à l'état fossile comme la glace fossile terrestre des environs du détroit de Behring; la seconde d'épaisseur ne dépassant probablement pas un millier de mètres, et au sein de laquelle s'accomplissent et effectuent leur cycle entier tous les phénomènes ayant pour résultante les courants marins, le problème le plus compliqué de l'Océanographie. Cette dernière zone commencerait à la surface et serait limitée par la couche de variation thermique annuelle nulle, dont la profondeur, évidemment variable en divers points du globe, ne pourra être déterminée que par l'observation directe. »

M. **Bouquet de la Grye**, tout en applaudissant aux très intéressantes recherches de M. Thoulet en Océanographie et à l'interprétation qu'il donne des Cartes de densité du *Challenger*, ne peut toutefois admettre comme suffisantes ses preuves fournies à l'appui de l'immobilité du fond des Océans.

« Le mouvement ascensionnel des eaux froides sous les tropiques, provoqué par l'évaporation, ne peut en effet être mesuré directement, à cause de sa lenteur; par suite, l'expérience faite par M. Thoulet ne pourrait avoir de valeur réelle que si elle avait été longtemps prolongée et absolument négative.

» Il est bien difficile, d'ailleurs, d'admettre cette immobilité absolue, puisque le jeu des marées produit des courants alternatifs dans toute la masse des eaux profondes. Le courant circulaire de l'océan Atlantique nord pourrait-il d'ailleurs avoir lieu seulement à la surface? »

CALCUL DES PROBABILITÉS. — *Sur le problème de Saint-Pétersbourg.* Note de M. **Seydler.**

« Pierre joue avec Paul aux conditions connues; ajoutons la nouvelle condition : on doit jeter la monnaie n fois, ni plus ni moins (la partie recommençant au besoin jusqu'à ce que le nombre n soit atteint).

» L'enjeu de Paul est $f(n)$. Il y a 2^n combinaisons, toutes également

probables ; supposons-les toutes advenues, en répétant le jeu 2^n fois, et soit $F(n)$ la somme payée dans cette hypothèse par Pierre. Alors

$$F(n) = 2^n f(n),$$

et l'on pourrait calculer $f(n)$ en faisant le dénombrement de $F(n)$. Mais il y a une relation très simple entre $F(n+1)$ et $F(n)$.

» Dans l'hypothèse de $(n+1)$ jets, on obtient les 2^{n+1} combinaisons possibles, en ajoutant aux 2^n combinaisons précédentes, pile (a) ou face (b), ce qu'on peut faire au commencement ou à la fin de chaque partie.

» Des 2^n combinaisons de n jets, il y a

	2^{n-1}	commençant avec	b
	2^{n-2}	» »	ab
	2^{n-3}	» »	aab
	....	....	....
	1	de la forme	$aa\ldots aab$
	1	»	$aa\ldots aaa$
Somme	$= 2^n$		

» Ajoutons d'abord b au commencement ; on aura ajouté 1^fr à la somme provenant de chaque combinaison ; on aura donc la somme totale

$$F(n) + 2^n.$$

» Ajoutons a au commencement ; on aura redoublé la valeur du premier gain de chaque combinaison ; on aura donc ajouté à $F(n)$ la somme

$$2^{n-1} + 2 \times 2^{n-2} + 2^2 \times 2^{n-3} + \ldots + 2^{n-1}.2^0 = n.2^{n-1}.$$

» On a donc enfin

$$F(n+1) = 2F(n) + (n+2).2^{n-1},$$
$$2^{n+1}f(n+1) = 2^{n+1}f(n) + (n+2).2^{n-1},$$
$$f(n+1) = f(n) + \frac{n+2}{4},$$

équation dont la solution est

$$f(n) = \frac{n(n+3)}{8},$$

vu qu'on doit avoir

$$f(1) = \tfrac{1}{2}.$$

» Soit, en second lieu, $m = \varphi(n)$ le nombre probable des parties dans l'hypothèse de n jets. On peut déterminer $\varphi(n)$ de la même manière que $f(n)$. Soit $\varphi(n)$ le nombre des parties contenues dans toutes les 2^n combinaisons possibles; on a

$$\Phi(n) = 2^n \varphi(n).$$

» On obtient $\Phi(n+1)$ de $\Phi(n)$, en ajoutant au commencement de chaque combinaison (dont le nombre est 2^n) ou pile (a), ce que ne change pas le nombre $\Phi(n)$, ou face (b), ce qu'augmente le même nombre de 2^n. On a donc

$$\Phi(n+1) = 2\Phi(n) + 2^n,$$
$$2^{n+1}\varphi(n+1) = 2^{n+1}\varphi(n) + 2^n,$$
$$\varphi(n+1) = \varphi(n) + \tfrac{1}{2},$$

équation dont la solution est

$$\varphi(n) = \frac{n+1}{2},$$

parce qu'on doit avoir

$$\varphi(1) = 1.$$

» L'enjeu *moyen* de Paul pour une partie doit être

$$\mathrm{N} = \frac{f(n)}{\varphi(n)} = \frac{n(n+3)}{4(n+1)}.$$

» Quand on accepte la condition de *terminer le jeu à la première arrivée de face* (cette condition est, à mon avis, la cause de l'aspect paradoxal du problème, parce qu'elle exclut la répétition du jeu et ôte à Paul la possibilité de prendre sa revanche), on rentre dans l'hypothèse d'un n illimité, parce qu'on ne peut pas assigner un nombre n assez grand, qui *devrait* finir le jeu. On peut regarder le jeu proposé comme le premier dans une série infinie d'autres jeux semblables, dont l'enjeu a la même valeur probable N; et, que le jeu proposé soit le *premier*, cela ne change en rien la valeur probable de son enjeu, qui doit donc être

$$\mathrm{N} = \lim_{n=\infty} \frac{n(n+3)}{4(n+1)} = \infty.$$

» Les deux problèmes, celui de Saint-Pétersbourg et celui dont j'ai donné la solution, sont différents pour n fini, mais deviennent identiques pour n infiniment grand. »

GÉOMÉTRIE. — *Sur les surfaces réglées dont l'élément linéaire est réductible à la forme de Liouville;* par M. **Demartres**.

M. **Demartres** demande l'ouverture d'un pli cacheté, qui a été déposé par lui, le 11 décembre 1889, et inscrit sous le n° 4480. Il ajoute :

« Je vous prie de vouloir bien constater que ce pli renferme l'énoncé et la démonstration complète des résultats suivants :

» *Les surfaces réglées qui admettent un système de Liouville sont définies par les conditions suivantes :*

» 1° *Le paramètre de distribution des normales est une fonction elliptique de l'arc de la ligne de striction.*

» 2° *La tangente de l'angle que fait la ligne de striction avec la génératrice est proportionnelle à ce paramètre de distribution.*

» Dans ce même pli, je démontre que les seules surfaces réglées réelles applicables sur une surface de révolution sont celles qu'a trouvées M. Bioche (*Comptes rendus*, 19 mars 1888).

» Ces théorèmes se rattachant à la question de concours du prix Bordin, j'avais cru devoir m'abstenir de les publier; mais les *Comptes rendus* de la séance du 3 février contenant une Note de M. Raffy qui renferme, quoique sans démonstration, l'un de mes résultats, j'espère que l'Académie voudra bien publier ce court résumé de mon Mémoire.

» D'ailleurs, la méthode que j'ai suivie peut être généralisée. Le ds^2 d'une surface étant mis sous la forme $E\,du^2 + 2F\,du\,dv + G\,dv^2$, et l'intégrale auxiliaire sous la forme

$$Ap^2 + 2Bpq + Cq^2 = \text{const.},$$

si l'on combine les équations de condition qui expriment l'existence de cette intégrale de manière à en faire disparaître les dérivées de A, B, C, par rapport à v, on obtient, comme on peut s'en assurer, un système de trois équations différentielles linéaires du second ordre, ne contenant que les dérivées de A, B, C, par rapport à u, et qui, par conséquent, peuvent être considérées comme des équations différentielles ordinaires. J'ajoute que les zéros ou les pôles (par rapport à u) des fonctions E, F, G sont simplement des pôles pour les coefficients des équations en question.

» Donc, *toutes les fois que* E, F, G *seront rationnels par rapport à l'une*

des variables, u par exemple, on pourra déterminer a priori *les coefficients* A, B, C *par la discussion d'équations différentielles linéaires de la même forme que celles qui ont été étudiées par M. Fuchs. Les valeurs ainsi obtenues seront trop générales; on devra achever de les déterminer en écrivant que, substituées dans les équations primitives, elles les réduisent à des identités.*

» Par exemple, le ds^2 d'une surface cerclée peut toujours être ramené à la forme

$$(1+u^2)^4\, ds^2 = \mathrm{M}\, du^2 + 2\mathrm{N}\, du\, dv + \mathrm{P}\, dv^2,$$

M, N, P étant des polynômes respectivement de degrés 0, 2 et 4 par rapport à u. La méthode précédente m'a permis d'obtenir un assez grand nombre de surfaces cerclées admettant des systèmes de Liouville.

» La même méthode s'applique évidemment à toute classe de surfaces admettant comme génératrices une suite de courbes unicursales. »

(Le pli cacheté est ouvert en séance par M. le Secrétaire perpétuel. La Note qu'il contient est renvoyée à l'examen de MM. Darboux et Picard.)

GÉOMÉTRIE. — *Sur les surfaces dont l'élément linéaire est réductible à la forme* $ds^2 = \mathrm{F}(\mathrm{U}+\mathrm{V})(du^2+dv^2)$. Note de M. **A. Petot**, présentée par M. Darboux.

« En chaque point M d'une surface S, considérons une sphère σ, ayant pour centre M et pour rayon une fonction R des coordonnées u et v de ce point. La droite D, qui joint le point M à l'un des deux points N où σ touche son enveloppe, engendre une congruence Σ de normales.

» M. Beltrami a fait voir qu'une pareille congruence Σ de normales reste congruence de normales après toute déformation de S qui conserve l'élément linéaire; j'ai été ainsi conduit à penser qu'il peut être utile de faire intervenir ces congruences Σ dans l'étude de la déformation de la surface S. Si l'on désigne par x, y, z, X, Y, Z les coordonnées des points M et N, on a

$$(1)\qquad (\mathrm{X}-x)^2+(\mathrm{Y}-y)^2+(\mathrm{Z}-z)^2-\mathrm{R}^2=0,$$

$$(2)\qquad (\mathrm{X}-x)\frac{\partial x}{\partial u}+(\mathrm{Y}-y)\frac{\partial y}{\partial u}+(\mathrm{Z}-z)\frac{\partial z}{\partial u}+\mathrm{R}\frac{\partial \mathrm{R}}{\partial u}=0,$$

$$(3)\qquad (\mathrm{X}-x)\frac{\partial x}{\partial v}+(\mathrm{Y}-y)\frac{\partial y}{\partial v}+(\mathrm{Z}-z)\frac{\partial z}{\partial v}+\mathrm{R}\frac{\partial \mathrm{R}}{\partial v}=0.$$

» Soient $\lambda, \lambda', \lambda''$ les cosinus directeurs de la droite D et a, a', a''; b, b', b'' ceux des tangentes aux courbes (v) et (u). Si l'on pose

(4) $$ds^2 = E\,du^2 + G\,dv^2,$$

on a

(5) $$a = \frac{1}{\sqrt{E}}\frac{\partial x}{\partial u}, \qquad b = \frac{1}{\sqrt{G}}\frac{\partial x}{\partial v}, \qquad \lambda = \frac{X - x}{R},$$

et des valeurs analogues pour a', a'', b', λ''.

» Si maintenant on désigne par θ, α et β les angles de la droite D avec la normale à la surface S et avec les tangentes aux courbes (v) et (u), on déduit des équations (2) et (3)

(6) $$\cos\alpha = -\frac{1}{\sqrt{E}}\frac{\partial K}{\partial u}, \qquad \cos\beta = -\frac{1}{\sqrt{G}}\frac{\partial R}{\partial u},$$

(7) $$\sin^2\theta = \frac{1}{E}\left(\frac{\partial R}{\partial u}\right)^2 + \frac{1}{G}\left(\frac{\partial R}{\partial v}\right)^2.$$

» Ces dernières formules montrent que, pour une même expression de R, les angles α, β et θ dépendent seulement de E et de G; de là résulte une vérification du théorème de M. Beltrami.

» D'autre part, supposons que l'on ait

(8) $$E = G = F(U + V),$$

où U et V sont deux fonctions arbitraires, la première de u et la seconde de v, et où F est une fonction arbitraire de la somme $U + V$; puis considérons deux séries de sphères σ_1 et σ_2 dont les rayons sont respectivement

(9) $$R_1 = \int_{u_0}^{u}\sqrt{U'}\,du, \qquad R_2 = \int_{v_0}^{u}\sqrt{V'}\,dv.$$

» La formule (7) donne

(10) $$\sin^2\theta_1 = \frac{1}{E}U', \qquad \sin^2\theta_2 = \frac{1}{E}V'.$$

» Prenons maintenant les dérivées de $\sin^2\theta_1$ et de $\sin^2\theta_2$ pour des déplacements effectués respectivement suivant les tangentes aux courbes (u) et (v); on a, en désignant par ds_1 et ds_2 les éléments d'arc des courbes (v) et (u),

(11) $$\frac{d\sin^2\theta_1}{ds_2} = -\frac{U'V'E'}{E^{\frac{5}{2}}} = \frac{d\sin^2\theta_2}{ds_1},$$

en représentant par E′ la dérivée de E par rapport à la somme U + V. De là, ce premier résultat : les dérivées de $\sin^2\theta_1$ et de $\sin^2\theta_2$ prises suivant les déplacements alternés ds_2 et ds_1 sont égales.

» Réciproquement, si, en supposant la surface S rapportée à un système de coordonnées orthogonales et isothermes, on a, dans les conditions indiquées plus haut,

$$(12) \qquad \frac{d\sin^2\theta_1}{ds_2} = \frac{d\sin^2\theta_2}{ds_1},$$

on en déduit, en tenant compte des relations (10),

$$(13) \qquad U'\frac{\partial E}{\partial v} - V'\frac{\partial E}{\partial u} = 0;$$

d'où

$$(14) \qquad E = F(U + V).$$

» De là le théorème suivant :

» *Pour que l'élément linéaire d'une surface* S *soit réductible à la forme*

$$ds^2 = F(U + V)(du^2 + dv^2),$$

il faut et il suffit que l'on puisse mener par chaque point M *de la surface, dans des plans* P_1 *et* P_2 *respectivement normaux à des courbes formant un système orthogonal et isotherme, deux droites* D_1 *et* D_2, *engendrant deux congruences de normales, et formant avec la normale à la surface* S *des angles* θ_1 *et* θ_2, *qui vérifient, en chaque point, la relation*

$$(15) \qquad \frac{d\sin^2\theta_1}{ds_2} = \frac{d\sin^2\theta_2}{ds_1},$$

où les dérivées de $\sin^2\theta_1$ *et de* $\sin^2\theta_2$ *sont prises respectivement pour des directions perpendiculaires à* P_1 *et* P_2.

» Quand on particularise la fonction F de la somme U + V, on peut, quelquefois, simplifier le résultat exprimé par la relation (15). Considérons, par exemple, les surfaces dont l'élément linéaire est réductible à la forme de Liouville. Si l'on prend

$$(16) \qquad R_1 = \int_{u_0}^{u} \sqrt{U}\,du, \qquad R_2 = \int_{v_0}^{v} \sqrt{V}\,dv,$$

on obtient

$$\sin^2\theta_1 = \frac{U}{E}, \qquad \sin^2\theta_2 = \frac{V}{E} \tag{17}$$

et, par suite,

$$\sin^2\theta_1 + \sin^2\theta_2 = 1, \tag{18}$$

ce qui montre que l'on peut choisir θ_1 et θ_2 de manière à avoir en chaque point

$$\theta_1 + \theta_2 = \frac{\pi}{2}. \tag{19}$$

» De là le théorème suivant :

» *Pour que l'élément linéaire d'une surface* S *soit réductible à la forme de Liouville, il faut et il suffit que l'on puisse mener par chaque point* M *de la surface, dans des plans* P_1 *et* P_2 *respectivement normaux à des courbes formant un système orthogonal et isotherme, deux droites* D_1 *et* D_2, *engendrant deux congruences de normales, et formant avec la normale à la surface* S *des angles qui, en chaque point de cette surface, sont complémentaires l'un de l'autre.*

» Remarquons que le même raisonnement s'applique et conduit à des résultats analogues, quand on a

$$E = (U + V)^m. \text{ »}$$

ASTRONOMIE. — *Note sommaire sur l'observation de l'éclipse totale de Soleil du 22 décembre 1889*, par M. A. DE LA BAUME PLUVINEL.

« Dans le courant du mois de septembre 1889, j'exprimais, au Bureau des Longitudes, le désir d'aller observer l'éclipse du 22 décembre, afin d'appliquer à l'étude de ce phénomène les procédés de la Photographie. M. Janssen, à qui je fus recommandé par le Bureau des Longitudes, eut la bonté de me donner des conseils et de mettre à ma disposition des instruments lui appartenant, ainsi que des appareils de l'observatoire de Meudon. De plus, le Ministère de l'Instruction publique m'accorda une mission officielle, afin de faciliter mon voyage et mon séjour à l'étranger.

» Je choisis, pour lieu d'observation, l'île Royale, située dans le groupe des îles du Salut, à 50^{km} au nord de Cayenne.

» Mes instruments se composaient de :

» 1° Une monture parallactique portant cinq chambres photographiques, munies d'objectifs de pouvoir lumineux différents. Ces objectifs donnaient des images du Soleil de 6^{mm} de diamètre environ.

» 2° Un télescope de $0^m,38$ d'ouverture et de $1^m,42$ de foyer, muni d'un appareil pour photographier le spectre de la couronne. Pendant la durée du phénomène, je faisais mouvoir le télescope à la main, afin de maintenir constamment la fente du spectroscope suivant l'équateur du Soleil.

» 3° Un appareil permettant d'exposer à la lumière émise par la couronne les différentes parties d'une plaque photographique, pendant des temps variables.

» La même expérience ayant été répétée aussitôt après l'éclipse, en exposant l'appareil à la lumière du Soleil, on pourra déterminer le rapport des intensités des lumières de la couronne et du Soleil, en comparant les teintes des diverses parties des plaques.

» Ces trois appareils furent montés à l'île Royale, et prêts à fonctionner la veille du jour de l'éclipse.

» Le jour même du phénomène, ainsi que les jours précédents, le temps était peu favorable. Cependant le ciel se découvrit vers le milieu de l'éclipse, et la totalité put être observée en entier, quoiqu'au travers d'un léger cirrus. La durée de la phase totale n'a été que de $2^m 7^s$, alors que la durée calculée était de $2^m 15^s$.

» L'examen des photographies de la couronne a donné lieu jusqu'ici aux remarques suivantes :

» La couronne a présenté le même aspect général que lors de l'éclipse du 1er janvier 1889. Il semble donc que, dans l'espace d'une année, la structure de la couronne ne s'est pas sensiblement modifiée.

» La couronne était peu étendue et peu lumineuse : elle débordait du disque de la Lune, de 18′ environ suivant l'équateur solaire, et de 6′ seulement aux pôles. Le peu d'étendue de la couronne en 1889 et sa ressemblance avec les couronnes de 1867 et 1878 viennent confirmer l'hypothèse d'une relation intime entre l'intensité des phénomènes extra-solaires et la fréquence des taches du Soleil.

» L'aspect des aigrettes lumineuses qui constituent la couronne, et notamment la forme curviligne des aigrettes dans le voisinage des pôles, semble prouver l'existence de courants de matières soumises à deux forces : une force de projection normale à la sphère solaire, et une force centrifuge développée par la rotation du Soleil autour de son axe.

» Une première comparaison des cinq épreuves montre que les objectifs les plus lumineux n'ont pas donné des images plus complètes que les objectifs les moins lumineux. L'emploi d'instruments trop puissants n'est même pas à recommander, car l'image qu'ils donnent du ciel peut être assez intense pour se confondre avec l'image des régions peu lumineuses de la couronne.

» La plaque photographique du spectroscope n'a malheureusement donné aucun résultat utile. Ce fait prouve que l'appareil employé n'était pas assez lumineux pour ce genre d'expériences.

» Quant aux plaques qui doivent permettre de mesurer l'intensité de la couronne, elles ne sont pas encore développées. Je me propose de faire cette opération dès que j'aurai pu exposer le photomètre photographique à la lumière de la pleine Lune et à des lumières artificielles. Les plaques obtenues dans ces conditions seront développées en même temps que les plaques de l'éclipse, afin d'obtenir des clichés comparables.

» J'aurai l'honneur de rendre compte de ces expériences à l'Académie, et de lui communiquer ultérieurement le résultat de la discussion complète des photographies. »

PHYSIQUE. — *Calcul de la compressibilité de l'air jusqu'à* 3000^{atm}.
Note de M. **Ch. Antoine** [1]. (Extrait.)

« Dans la relation $pv = D(\beta + t)$ (la pression p étant exprimée en atmosphères et le volume v en litres), on a pour l'air

$$\beta = 273,6 - \sqrt{p}.$$

» D'après les expériences de Regnault, le coefficient D reste sensiblement constant jusqu'à 27^{atm}; pour 1^{kg} d'air, je prendrai comme première approximation

Jusqu'à 40^{atm} .... $D = 2,835$
Au-dessus de 40^{atm}...... $D = 2,835 + 0,0018(p - 40)$ [1]

» Avec ces valeurs de β et de D, on a, pour $t = 0$, le Tableau ci-après,

---

(1) Voir *Comptes rendus* du 20 janvier 1890.

qui coordonne les faits relatifs à la compression de l'air :

p.	*pv.*	D.	*p.*	*pv.*	D.	*p.*	*pv.*	D.
atm			atm			atm		
1......	772,8	2,835	160......	830,9	3,184	»	»	»
20......	963,0	2,835	180......	845,0	3,248	750...	1304,7	5,299
40......	757,7	2,835	200......	859,6	3,313	1000...	1516,5	6,267
60......	766,7	2,884	220......	874,6	3,380	1500...	1945,0	8,281
80......	777,8	2,939	240......	889,7	3,447	2000...	2371,9	10,363
100......	790,3	2,998	260......	904,8	3,524	2500...	2795,5	12,502
120......	803,2	3,058	280......	920,1	3,582	3000...	3213,2	14,683
140......	816,7	3,120	300......	935,7	3,651	»	»	»

» Il est facile de vérifier que la relation $pv = D(\beta + t)$ s'applique avec une grande approximation, soit aux résultats des premières expériences de Regnault [1], soit aux résultats de ses secondes expériences [2], soit enfin aux résultats des expériences de M. Amagat [3]. »

ÉLECTRICITÉ. — *Extension des théorèmes relatifs à la conservation des flux de force et d'induction magnétiques.* Note de M. **Paul Janet**, présentée par M. Poincaré.

« Lorsqu'un courant circule à l'intérieur d'un conducteur, il crée un champ magnétique à l'intérieur, aussi bien qu'à l'extérieur, de ce conducteur. D'après une remarque de Maxwell, ces champs magnétiques intérieurs sont caractérisés par la propriété essentielle de ne pas dériver d'un potentiel. En effet, les équations fondamentales

$$4\pi u = \frac{\partial\beta}{\partial z} - \frac{\partial\gamma}{\partial y},$$
$$4\pi v = \frac{\partial\gamma}{\partial x} - \frac{\partial\alpha}{\partial z},$$
$$4\pi w = \frac{\partial\alpha}{\partial y} - \frac{\partial\beta}{\partial x},$$

dans lesquelles u, v, w sont les composantes du courant, α, β, γ celles de la

(1) *Mémoires de Regnault*, t. I, p. 374 et suiv.

(2) *Ibid.*, t. II, p. 235.

(3) Voir *Comptes rendus*, séance du 17 septembre 1888.

force magnétique au point (x, y, z), montrent que l'expression

$$\alpha\, dx + \beta\, dy + \gamma\, dz$$

est une différentielle exacte en dehors des conducteurs, mais non à l'intérieur de ceux-ci. Nous désignerons, pour abréger, ces champs intérieurs sous le nom de *champs non conservatifs*. Tout récemment, M. P. Joubin a vérifié par l'expérience la distribution des forces magnétiques à l'intérieur d'un conducteur cylindrique ([1]). Moi-même, j'ai étudié l'aimantation transversale produite sous l'influence de ces forces dans un cylindre ou un tube cylindrique en fer ([2]). Je demande la permission de communiquer à l'Académie les principaux résultats contenus dans un Mémoire plus étendu sur ce sujet, actuellement à l'impression.

» Les théorèmes bien connus sur la conservation des flux de force et d'induction magnétiques ne sont établis que pour les régions extérieures aux conducteurs, c'est-à-dire pour des champs conservatifs. Je me propose de les étendre aux régions intérieures, c'est-à-dire à des champs non conservatifs.

» Rappelons d'abord les conditions nécessaires et suffisantes pour la conservation du flux d'un vecteur affecté de surfaces de discontinuité. Ces conditions, énoncées par Maxwell, sont au nombre de deux :

» 1° Il faut que les composantes X, Y, Z du vecteur F satisfassent en tous les points de l'espace (sauf les surfaces de discontinuité) à l'équation

$$\frac{\partial X}{\partial x} + \frac{\partial Y}{\partial y} + \frac{\partial Z}{\partial z} = 0$$

(*équation solénoïdale générale*).

» 2° Il faut que la composante F_n, normale à une surface de discontinuité, soit une fonction continue des coordonnées, c'est-à-dire satisfasse à l'équation

$$F_n = F'_n$$

(*équation solénoïdale à la surface*).

» Cela posé, considérons d'abord le cas où les conducteurs ne sont ni des aimants permanents ni des corps magnétiques. Soient F, G, H les composantes du potentiel vecteur; on a, en tout point de l'espace, y compris

---

([1]) *Comptes rendus*, t. CX, p. 231.

([2]) *Comptes rendus*, t. CV, p. 934; t. CVI, p. 200.

l'intérieur des conducteurs,

$$\alpha = \frac{\partial G}{\partial z} - \frac{\partial H}{\partial y},$$

$$\beta = \frac{\partial H}{\partial x} - \frac{\partial F}{\partial z},$$

$$\gamma = \frac{\partial F}{\partial y} - \frac{\partial G}{\partial x}.$$

» Je dis que le flux de force se conserve dans tout l'espace, y compris l'intérieur des conducteurs. En effet :

» 1° En différentiant par rapport à x, y, z et ajoutant, on obtient

$$\frac{\partial \alpha}{\partial x} + \frac{\partial \beta}{\partial y} + \frac{\partial \gamma}{\partial z} = 0.$$

Donc la condition solénoïdale générale est remplie dans tout l'espace.

» 2° F, G, H pouvant être considérés comme des potentiels scalaires de matières fictives ayant respectivement pour densités u, v, w, leurs dérivées partielles sont continues dans tout l'espace; il en est donc de même de α, β, γ et, par suite, de la force magnétique et, à plus forte raison, de sa composante normale. Donc la condition solénoïdale à la surface est remplie.

» Les deux conditions solénoïdales étant ainsi satisfaites, *le flux de force magnétique se conserve dans tout l'espace, y compris les conducteurs non magnétiques parcourus par des courants quelconques.*

» La démonstration précédente perd sa valeur dans le cas d'une nappe de courant, puisque la force magnétique est alors discontinue; néanmoins le théorème subsiste dans ce cas (d'ailleurs idéal), car :

» 1° La condition solénoïdale générale est satisfaisante;

» 2° La composante de la force magnétique normale à la nappe est continue [1].

» Considérons maintenant le cas général où il y a des conducteurs magnétiques (aimants permanents ou substances magnétiques). L'induction magnétique en un point sera la somme (géométrique) de l'induction due aux aimants (permanents ou non) et de la force électromagnétique due aux courants. Or on sait : 1° que le flux d'induction dû aux aimants se conserve dans tout l'espace; 2° que le flux de force électromagnétique se conserve également (*voir* plus haut). Donc le flux de leur somme (géométrique) se conserve.

---

[1] MAXWELL, *Traité d'Électricité*, t. II, p. 325.

» Nous arrivons ainsi au théorème suivant :

» *Le flux d'induction magnétique se conserve dans tout l'espace, y compris les conducteurs, magnétiques ou non, parcourus par des courants quelconques.*

» Sous cette forme, le théorème de la conservation du flux d'induction nous apparaît comme le plus général de l'Électromagnétisme. On peut remarquer qu'il est établi sans aucune hypothèse sur les propriétés ou même l'existence du coefficient d'aimantation k. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur les piles à électrolytes fondus et sur les forces thermo-électriques à la surface de contact d'un métal et d'un sel fondu.* Note de M. **Lucien Poincaré**, présentée par M. Lippmann.

« On peut constituer des éléments de pile en plongeant dans un sel fondu, ou porté à une température assez élevée pour devenir conducteur, deux métaux de nature différente; on n'a pas, jusqu'à présent, étudié les systèmes ainsi formés : il m'a paru intéressant de rechercher si ces couples voltaïques obéissent aux lois établies par la théorie et par l'expérience dans le cas des piles hydro-électriques.

» I. Parmi les données nécessaires pour cette étude, l'une des plus importantes serait la connaissance de l'*effet Peltier*, P, au contact d'une électrode et du sel; il paraît difficile de mesurer directement ce dégagement de chaleur au sein même de la masse liquide à haute température; mais on peut le calculer par application de la formule de Sir W. Thomson

$$P = -\frac{T}{J}\frac{dE}{dt},$$

si l'on connaît la force thermo-électrique correspondante E.

» J'ai pu déterminer cette force électromotrice par la méthode de compensation, en employant un électromètre de M. Lippmann au lieu de galvanomètre; l'appareil thermo-électrique est formé de petits vases en terre poreuse remplis de l'électrolyte fondu et plongés dans un bain du même sel; par un procédé convenable de chauffage, on peut produire une différence entre les températures t et t' des deux tubes; deux fils d'un même échantillon de métal entourent les réservoirs de deux thermomètres à mercure gradués jusqu'à 460°, parfaitement recuits et comparés tous deux à un thermomètre étudié dans des expériences antérieures; ils plongent chacun

par une de leurs extrémités dans l'un des vases et sont reliés par l'autre à l'électromètre. Pour éviter les effets de la polarisation, on ne peut opérer qu'avec un sel du métal employé A, ou bien avec un sel d'un autre métal, auquel on a ajouté une certaine quantité du même sel de A.

» Les forces thermo-électriques ainsi mesurées ont le même signe et presque la même valeur que celles trouvées par M. Bouty [1] dans le cas des dissolutions saturées; on constate, par exemple, qu'avec l'argent dans l'azotate d'argent fondu la force thermo-électrique E est sensiblement indépendante de la valeur absolue des températures et proportionnelle à la différence $t - t'$; elle a pour valeur entre 310° et 400°, pour une différence de θ^o (rapportée au thermomètre à air), $E = 0^{volt},00027.\theta$ (en dissolution, $E = 0^{volt},00024.\theta$); le métal chaud est à l'extérieur le pôle négatif; au contraire, avec le zinc dans le chlorure de zinc, le zinc chaud est positif et la force électromotrice est égale à $0^{volt},00013$ pour 1° (en dissolution très concentrée, M. Bouty a trouvé exactement la même valeur).

» Si le sel vient à se solidifier dans l'un des vases, on ne constate pas de changement dans la force thermo-électrique; il est également indifférent qu'il se solidifie dans l'autre. Le métal considéré peut lui-même être amené à l'état liquide, comme le bismuth dans le trichlorure de bismuth; on ne constate aucune variation dans la valeur de la force thermo-électrique au moment de la fusion.

» Quand on mélange de l'azotate de soude avec de l'azotate d'argent, la force thermo-électrique au contact de l'argent varie avec le poids x d'azotate d'argent contenu dans 1^{gr} du mélange, suivant la formule

$$E = \frac{a \times 10^{-5} \text{ volts}}{b + x}\theta, \qquad \text{où} \qquad a = 58,16, \qquad b = 1,154.$$

Dans ce cas, des troubles considérables se produisent lorsque le sel se solidifie dans l'un des vases; ils sont dus à des différences de concentration produites par des inégalités dans la solidification [2].

» II. On sait que, dans le cas le plus ordinaire où la loi de Volta (deux métaux réunis par un même électrolyte de manière à former une pile ouverte se mettent au même niveau potentiel) s'applique, l'effet Peltier

---

(1) *Comptes rendus*, t. XC, p. 217.

(2) On constate, en effet, directement, l'existence de courants dus à des différences de concentration de l'azotate d'argent dans l'azotate de soude fondus, baignant deux électrodes d'argent; la force électromotrice d'un tel système peut atteindre jusqu'à $0^{volt},22$.

mesure la différence entre la *chaleur chimique* et la *chaleur voltaïque* d'une pile réversible ; si cette différence est nulle, la théorie d'Helmholtz (¹) permet de prévoir que la force électromotrice doit être indépendante de la température. Malheureusement, pour vérifier ces conséquences, dans le cas des piles à électrolytes fondus, on ne peut employer qu'un nombre très restreint de couples à cause de la nécessité d'opérer avec deux métaux et un sel de même acide de chacun d'eux, existant à une même température ; d'autre part, les données thermiques nécessaires font le plus souvent défaut ; il y a lieu, en outre, d'observer que, d'après les remarques de M. Berthelot (²), la chaleur chimique correspondant à une réaction produite entre deux corps amenés à l'état liquide peut elle-même varier très notablement avec la température.

» Je considérerai seulement ici le couple réversible le plus simple que j'aie pu réaliser : zinc | chlorure de zinc, protochlorure d'étain | étain. La faible valeur de l'effet Peltier au contact du zinc et du chlorure de zinc, d'une part, et de l'étain fondu et du chlorure d'étain, d'autre part (0,000028 pour 1°), fait prévoir que la force électromotrice de cette pile ne doit pas être très différente de celle que l'on calculerait en supposant l'égalité de la chaleur chimique et de la chaleur voltaïque. D'après M. Thomsen, la chaleur dégagée par la substitution dans le chlorure d'un équivalent de zinc à un équivalent d'étain, rapportée à l'état solide, est $8^{Cal},4$; il est facile de voir, en tenant compte des remarques de Person (³) et de M. Berthelot, que la chaleur dégagée à l'état liquide doit être assez voisine, mais plus faible.

» La force électromotrice calculée serait $0^{volt},363$; la moyenne de plusieurs expériences a fourni $0^{volt},37$ à l'état solide, et $0^{volt},355$ à l'état liquide (⁴) ; j'ai, d'autre part, constaté qu'entre 250°-350° la force électromotrice de la pile est presque complètement indépendante de la température. On peut en conclure, d'après un théorème dû à M. Lippmann, que la chaleur spécifique du système ne varie pas par suite du passage de l'électricité.

» Si l'on construit une pile où l'un des électrolytes est fondu à une

---

(¹) *Wied. Ann.*, neue Folge, III; 1878.
(²) *Mécanique chimique*, t. I, *passim*.
(³) *Annales de Chimie et de Physique*, 3ᵉ série, t. XXI.
(⁴) Par comparaison avec un élément Gouy, étalonné par M. Pellat.

certaine température, tandis que l'autre reste solide, comme par exemple le couple zinc | chlorure de zinc fondu, chlorure d'argent solide | argent vers 300°, on constate que la force électromotrice varie notablement avec la température; cette variation est encore plns considérable si l'on prend un tube de verre pour l'un des électrolytes; le théorème de M. Lippmann fait prévoir le fait, car la chaleur spécifique de l'élément varie par suite du changement d'état produit par le courant dans le système.

» On voit donc, en résumé, que la théorie d'Helmholtz et ses conséquences se vérifient encore dans le cas des piles où les électrolytes sont amenés à être conducteurs, non plus par dissolution, mais par une élévation de température [1]. »

ÉLECTROCHIMIE. — *Électrolyse par fusion ignée des oxyde et fluorure d'aluminium.* Note de M. **Adolphe Minet.**

« Les applications de l'électrolyse par *fusion ignée* ont été limitées jusqu'à ce jour aux recherchesde Davy sur la constitution des oxydes alcalins et alcalino-terreux, à celles de Bunsen sur la production des métaux alcalino-terreux et du magnésium, aux travaux de Mathiessen et Troost sur la production du lithium, aux travaux de M. Moissan sur la production du fluor.

» Ce mode d'opération n'était, en réalité, utilisé que dans les recherches purement spéculatives; j'ai voulu en faire le point de départ d'une série d'applications de l'Électricité à la Chimie.

» Dans cet ordre d'idées, l'électrolyse par fusion ignée des sels halogéniques d'aluminium était tout indiquée, en ce sens que sa réalisation fixait un double progrès : la solution d'un problème général, susceptible d'une foule d'applications, et la production facile d'un métal qui peut être considéré à plus d'un titre comme le métal de l'avenir.

» Mes recherches ont été poursuivies sans interruption, pendant trois années; elles ont porté sur les oxyde et fluorure d'aluminium.

---

[1] Ce travail a été fait au laboratoire d'Enseignement physique, à la Sorbonne.

Constantes électriques de l'électrolyse par fusion ignée des oxyde et fluorure d'aluminium.

Date de l'expérience.	Nature de la cathode.	Durée de l'expérience.	Intensité du courant I.	Différence de potentiel aux électrodes E.	Poids du métal déposé.	Poids du métal calculé.	Coefficient de rendement.
1887.		h	amp	volts	gr	gr	pour 100
7 mai....	charbon	12	89	5,5	200	363	55
8 juin ...	charbon	12	124	5,5	320	506	63
13 juillet..	charbon	14	90	4,0	260	428	60
25 juillet..	charbon	24	113	4,5	570	922	61
27 sept ...	fer	23	100	5,5	400	782	51
30 oct....	charbon	12	200	4,25	520	816	63
26 nov....	charbon	12	142	4,75	380	579	65
10 déc....	charbon	12	160	5,75	420	653	64
1888.							
27 janv....	charbon	12	110	5,0	270	449	60
4 févr...	charbon	13	180	6,0	500	796	62
24 mars...	charbon	12	255	5,5	600	1040	57
4 août...	charbon	12	360	6,0	1000	1469	68
1889.							
23 juillet..	charbon	22	650	5,8	2430	4860	50
24 juillet..	charbon	22	650	5,8	2550	4860	52
30 sept...	charbon	20	700	5,6	2600	4760	54
10 oct. ...	charbon	20	700	5,6	2600	4760	54
20 nov....	charbon	20	800	5,6	2800	5440	52
22 nov....	fer	20	800	5,8	3400	5440	62
5 déc....	fer	20	800	5,8	3600	5440	66
1890.							
15 janv...	fer	11	950	6,0	2100	3550	60
20 janv...	fer	7	975	6,1	1900	2320	82
7 févr...	charbon	7	1200	6,35	1680	2860	60

» Ce Tableau indique la quantité du métal obtenu en fonction du temps et de la quantité d'électricité mise en jeu.

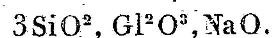
» Ces résultats n'ont pu être réalisés que par la création de tout un système d'appareils nouveaux. J'ai pu établir également la théorie de ces phénomènes (¹). »

(¹) Je dois exprimer ma reconnaissance envers MM. Myrthil et Ernest Bernard qui m'ont encouragé pour ces expériences et qui m'ont donné, dans leur usine de Creil, les moyens d'en obtenir la réalisation.

CHIMIE. — *Sur les silicoglucinates de soude.* Note de MM. P. **Hautefeuille** et A. **Perrey**, présentée par M. Troost.

« Nous avons décrit, dans une précédente Note, un certain nombre de silicoglucinates de potasse, que nous avions obtenus en faisant agir le vanadate neutre de potasse sur des mélanges de silice, de glucine et d'alcali. Appliquant la même méthode de minéralisation, nous avons préparé des silicoglucinates de soude cristallisés qui, par leur forme et par leur composition, s'éloignent des combinaisons potassiques.

» I. Le mélange renfermant la silice, la glucine et la soude dans les mêmes proportions qu'une néphéline glucinique, $2SiO^2 + Gl^2O^3 + NaO$, chauffé avec un excès de vanadate neutre de soude, vers 800°, nous a donné des cristaux qui, débarrassés de leur gangue par la digestion dans l'eau chaude suivie de lévigations, ont présenté à l'analyse la composition



$$3SiO^2, Gl^2O^3, NaO.$$

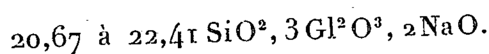
Ces cristaux ont la forme d'un prisme hexagonal tronqué par une pyramide hexaèdre très développée; les angles de la troncature sont très voisins des angles de la pyramide $b^{\frac{3}{5}}$ de la néphéline aluminique. Parfois, comme aussi celle de la néphéline, la pyramide est très surbaissée et basée. L'existence de clivages est indiquée par des glaces intérieures fréquemment parallèles à la base, plus rarement perpendiculaires aux pans.

» Les cristaux sont biréfringents, uniaxes et négatifs. Leur cassure est conchoïdale. Transparents ou légèrement opalins, ils doivent à des traces d'oxyde de vanadium une coloration bleue ou verte tout à fait caractéristique, que l'on peut seulement atténuer en substituant, dans leur préparation, le nitrate de soude au carbonate. Ils fondent facilement au chalumeau; les acides concentrés les attaquent lentement à froid.

» II. Nous avions pensé qu'il y aurait avantage, dans la préparation du silicate précédent, à substituer aux éléments de la néphéline le mélange $3SiO^2 + Gl^2O^3 + NaO$. Mais cette substitution a donné lieu à la production d'une espèce nouvelle, résistante à l'action des acides, cristallisée en prismes clinorhombiques portant modification sur les angles *e*, et dont la formule répond à celle de l'albite glucinique $6SiO^2, Gl^2O^3, NaO$.

» III. Nous avons forcé le dosage de la silice et n'avons mis à sa dispo-

sition d'autre alcali que celui qu'elle pourrait emprunter au vanadate neutre de soude. Une série d'expériences faites sur des mélanges renfermant $4,5\,SiO^2 + Gl^2O^3$ nous a donné des cristaux offrant la forme de prismes orthorhombiques modifiés sur leurs angles obtus et possédant la composition

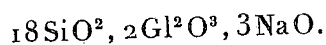


$$20,67 \text{ à } 22,41\,SiO^2, 3\,Gl^2O^3, 2\,NaO.$$

» IV. Puis, inversement, nous avons forcé le dosage de l'alcali. En premier lieu, nous avons conservé entre la silice et la glucine le rapport $\frac{2}{1}$ équivalent. La minéralisation du mélange $2\,SiO^2 + Gl^2O^3 + 1,5\,NaO$ nous a donné des cristaux dont la nuance était plus pâle, mais dont la forme apparaissait, au premier examen, identique à celle des cristaux bleus ou verts, décrits au commencement de cette Note. Lorsque cependant nous les avons mis en digestion dans l'acide chlorhydrique, nous les avons vus se creuser de cannelures transversales de plus en plus profondes, et finalement se disloquer en courts tronçons incolores. Cette dislocation mettait en évidence la structure du cristal, composé d'assises superposées, alternativement attaquables par l'acide et résistantes à son action.

» Les premières, colorées en bleu vert, étaient formées par le silicoglucinate déjà isolé $3\,SiO^2, Gl^2O^3, NaO$. Il eût été fort long de les dissoudre entièrement; mais, lorsque la digestion des cristaux dans l'acide eut été prolongée quelques jours, nous parvînmes, à l'aide du tungstoborate de cadmium, à isoler un produit homogène, formé des tronçons incolores, qui présenta la composition $15\,SiO^2, 2\,Gl^2O^3, 3\,NaO$.

» Enfin, conservant dans le mélange soumis à la minéralisation la proportion de $\frac{1}{1,5}$ équivalent entre la glucine et la soude, nous avons élevé le dosage de la silice jusqu'à 7 équivalents. Nous avons alors obtenu des cristaux de structure homogène, ayant pour composition



$$18\,SiO^2, 2\,Gl^2O^3, 3\,NaO.$$

» Du reste, les deux silicoglucinates renfermant la glucine et la soude dans la proportion de $\frac{2}{3}$ équivalent ont la même forme, celle d'un prisme orthorhombique modifié par les faces g^1, g^3, e^1, a^1. Dans les cristaux de structure complexe, dont les assises successives appartiennent aux deux espèces $3\,SiO^2, Gl^2O^3, NaO$ et $15\,SiO^2, 2\,Gl^2O^3, 3\,NaO$, l'association du prisme orthorhombique modifié et du prisme hexagonal se fait par superposition des bases des deux prismes.

» Nous n'avons pu mesurer sur les échantillons obtenus les angles du

prisme; mais, en substituant comme agent minéralisateur le tungstate de soude au vanadate, nous avons obtenu des cristaux qui doivent être respectivement rapportés aux mêmes espèces que les précédents, car ils ont même forme et même composition :



$$14SiO^2, 2Gl^2O^3, 3NaO,$$



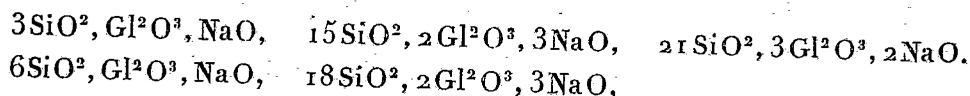
$$18SiO^2, 2Gl^2O^3, 3NaO.$$

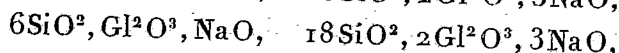
Sur les cristaux renfermant $14SiO^2$, nous avons mesuré

$$m/m = 119°32', \quad g^3/g^3 = 81°45'.$$

Pour préparer ces deux derniers lots de cristaux, nous avons chauffé pendant un mois, avec 10 à 12 parties de tungstate neutre de soude, à 750° et 850°, les mélanges $6SiO^2 + Gl^2O^3 + NaO$ et $6SiO^2 + Gl^2O^3$. Une série de traitements par l'eau, l'acide chlorhydrique, l'ammoniaque, le tungstoborate de cadmium, nous a permis d'isoler les espèces pures.

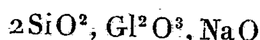
» V. Nous avons donc préparé par une même méthode et isolé cinq silicoglucinates de soude qui, d'après le rapport existant entre leurs bases, peuvent être classés en trois séries :





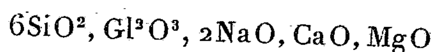
$3SiO^2, Gl^2O^3, NaO$, $15SiO^2, 2Gl^2O^3, 3NaO$, $21SiO^2, 3Gl^2O^3, 2NaO$.
$6SiO^2, Gl^2O^3, NaO$, $18SiO^2, 2Gl^2O^3, 3NaO$,

A cette nomenclature, joignons la néphéline glucinique



$$2SiO^2, Gl^2O^3, NaO$$

et la mélilite glucinique



$$6SiO^2, Gl^2O^3, 2NaO, CaO, MgO$$

que nous avons pu reproduire synthétiquement, comme la leucite glucinique, par la fusion de leurs éléments, suivie de recuit. »

CHIMIE. — *Sur le rôle des corps étrangers dans les fers et les aciers : relation entre leurs volumes atomiques et les transformations allotropiques du fer.* Note de M. **F. Osmond**, présentée par M. Troost.

« J'ai eu plusieurs fois l'honneur, pendant ces dernières années et tout récemment encore (1), d'entretenir l'Académie des transformations allo-

(1) *Comptes rendus*, séances des 26 obtobre et 6 décembre 1886, 4 avril 1887 et 3 février 1890.

tropiques du fer et du rôle que jouent dans ces transformations les corps étrangers alliés.

» D'autre part, M. le professeur W.-C. Roberts-Austen, de Londres, en étudiant l'effet produit sur les propriétés mécaniques de l'or par l'addition d'un même poids (0,20 pour 100 environ) de dix-sept métaux étrangers, avait découvert une curieuse relation entre les résultats obtenus et la position des métaux alliés dans la classification périodique [1].

» M. Roberts-Austen avait entrevu dès lors qu'une relation analogue devait exister pour le fer. Mais les fers et les aciers du commerce sont des produits si multiples, et le même métal peut revêtir des aspects si différents que la relation cherchée ne se dégageait pas nettement de l'examen des propriétés mécaniques.

» En revoyant mes anciennes expériences avec ces nouvelles idées pour guides, je crus reconnaître que la loi de M. Roberts-Austen était bien fondée, et de nouveaux essais, entrepris pour la vérifier, n'ont fait que confirmer ma première appréciation.

» Les corps étrangers dont j'ai pu, d'une façon plus ou moins complète, étudier expérimentalement l'action sur les points critiques du fer, sont inscrits ci-dessous, en deux colonnes, selon l'ordre des volumes atomiques croissants :

I.	Volume atomique.	II.	Volume atomique.
Carbone	3,6	Chrome	7,7
Bore	4,1	Tungstène	9,6
Nickel	6,7	Silicium	11,2
Manganèse	6,9	Arsenic	13,2
Cuivre	7,1	Phosphore	13,5
		Soufre	15,7

» Les corps de la colonne I, dont le volume atomique est plus petit que celui du fer (7,2), retardent pendant le refroidissement, toutes choses égales d'ailleurs, la transformation du fer β en fer α et celle du carbone de trempe en carbone de recuit. Pour ces deux raisons, ils tendent à augmenter, à vitesse de refroidissement égale, la proportion de fer β qui subsiste dans le fer ou l'acier refroidi et, par suite, la dureté du métal : ils sont l'équivalent d'une trempe plus ou moins vive [2].

(1) *Philos. Trans. roy. Soc. London*, t. CLXXIX, p. 339-349; 1888.

(2) Aux corps de la colonne I, on pourrait ajouter l'hydrogène qui rend dur et

» Au contraire, les corps de la colonne II, dont le volume atomique est plus grand que celui du fer, tendent à relever ou du moins à maintenir près de sa position normale, pendant le refroidissement, la température de transformation du fer β en fer α; de plus, ils rendent la transformation inverse plus ou moins incomplète pendant le chauffage et hâtent, à l'ordinaire, la transformation du carbone de trempe en carbone de recuit ([1]). Ils maintiennent donc le fer à l'état α aux températures élevées et, à plus forte raison, dans le métal refroidi; ils seraient ainsi, par leur influence sur le fer, une cause de douceur et de malléabilité, comme le recuit, si leurs propriétés personnelles ou celles de leurs composés ne venaient souvent masquer en partie cette conséquence naturelle de leur présence.

» Le rôle essentiel des corps étrangers alliés au fer est donc d'avancer ou de retarder, pendant le refroidissement, la transformation allotropique de ce métal et de rendre la transformation plus ou moins incomplète, dans un sens ou dans l'autre, selon que leur volume atomique est plus grand ou plus petit que celui du fer.

» En d'autres termes, les corps étrangers à faible volume atomique tendent à faire prendre ou conserver au fer celle de ses formes moléculaires sous laquelle il possède lui-même son moindre volume atomique; et les corps à grand volume atomique produisent l'effet inverse.

» Il est à remarquer que le carbone, tout en obéissant à la loi générale, possède la propriété de subir, pour son compte, à une certaine température critique, une transformation dont la nature est encore contestable, mais dont l'existence est incontestée. Cette propriété fait toujours au carbone une place à part dans la métallurgie du fer. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur des acides dioxyphosphiniques et des acides oxyphosphineux.* Note de M. J. VILLE, présentée par M. Friedel.

« Dans deux Notes précédentes que j'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie ([2]), j'ai montré que, sous l'influence de la chaleur, les aldé-

---

cassant, comme on le sait, le fer déposé par électrolyse; peut-être vaudrait-il mieux dire ici, avec Graham, l'*hydrogenium*, car l'hydrogène gaz ne paraît pas avoir d'action bien marquée sur les températures critiques.

([1]) Le tungstène seul a présenté certaines anomalies.

([2]) *Comptes rendus*, t. CVII, p. 659; t. CIX, p. 71.

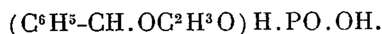
hydes s'unissent directement à l'acide hypophosphoreux, pour donner des acides trivalents et monobasiques, des *acides dioxyphosphiniques*. En poursuivant cette étude, j'ai constaté que l'acide hypophosphoreux, en agissant sur les aldéhydes, peut donner, en même temps que ces acides dioxyphosphiniques, des acides divalents et monobasiques, des *acides oxyphosphineux*. Cette Note a pour but d'indiquer l'existence de cette nouvelle classe d'acides.

» Les eaux mères de l'acide dioxybenzylphosphinique donnent avec l'acétate neutre de plomb un abondant précipité blanc. En décomposant par l'hydrogène sulfuré ce précipité plombique, j'ai obtenu un produit cristallisé en fines lamelles solubles dans l'eau, l'alcool et l'éther. Ce corps, à réaction fortement acide, décompose les carbonates et attaque le zinc et le fer avec dégagement d'hydrogène. Il fond vers 90° et commence à se décomposer à 140° avec mise en liberté d'aldéhyde benzoïque; chauffé plus fortement, il abandonne de l'hydrogène phosphoré, se colore en brun et donne finalement un charbon volumineux imprégné d'acide métaphosphorique. Ce corps présente les réactions de l'acide phosphoreux; sans action réductrice sur le sulfate de cuivre, il réduit, lentement à froid et rapidement à chaud, l'azotate d'argent avec formation d'un précipité noir d'argent métallique, et le bichlorure de mercure avec précipitation de calomel cristallisé.

» L'analyse montre que ce corps renferme les éléments d'une molécule d'acide hypophosphoreux et d'une molécule d'aldéhyde benzoïque. C'est un acide divalent et monobasique, comme l'indique la composition du sel de baryum et du dérivé acétylé que j'ai obtenus.

» *Sel de baryum* $[(C^6H^5\text{-}CH.OH)H.PO.O]^2Ba, \frac{1}{2}H^2O$. — Petits mamelons formés par la réunion de lamelles microscopiques renfermant une demi-molécule d'eau de cristallisation, qu'elles perdent de 105° à 110° (H^2O trouvé en centièmes 1,88; théorie 1,84.

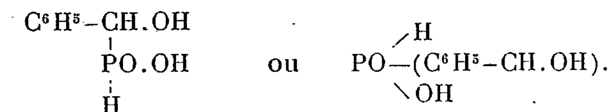
» *Dérivé acide acétylé* (*acide benzoxacétylphosphineux*)



$$(C^6H^5\text{-}CH.OC^2H^3O)H.PO.OH.$$

Corps solide, jaunâtre, d'aspect résineux, facilement soluble dans l'alcool et dans le chloroforme, insoluble dans l'éther et dans la benzine. L'eau, dans laquelle il est également insoluble, le dédouble à la longue en acide acétique et acide oxybenzylphosphineux. Ce dédoublement se fait rapidement sous l'influence de la potasse.

» Le corps retiré des eaux mères de l'acide dioxybenzylphosphinique est donc un acide divalent et monobasique, un acide oxyphosphineux. Je l'ai désigné sous le nom d'acide oxybenzylphosphineux; sa constitution est exprimée par la formule



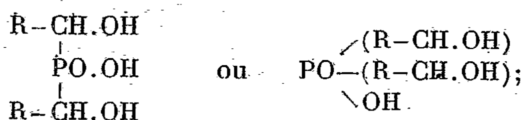
$$\begin{array}{l} C^6H^5\text{-}CH.OH \\ \quad\quad | \\ \quad\quad PO.OH \\ \quad\quad | \\ \quad\quad H \end{array} \quad \text{ou} \quad PO \begin{cases} H \\ (C^6H^5\text{-}CH.OH). \\ OH \end{cases}$$

» J'ai pu également obtenir les dérivés analogues, correspondant aux aldéhydes

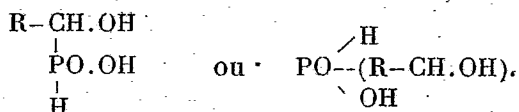
œnanthylique, valérique, cuminique, salicylique, c'est-à-dire les acides oxyœnanthylphosphineux, oxyisoamylphosphineux, oxycumylphosphineux, oxysalicylphosphineux. Leur étude sera exposée dans un travail plus étendu.

» En résumé, les aldéhydes s'unissent à l'acide hypophosphoreux pour donner deux nouvelles classes d'acides :

» 1° Des acides trivalents et monobasiques, acides dioxyphosphiniques, formés par l'union directe des éléments de deux molécules d'aldéhyde et d'une molécule d'acide hypophosphoreux; leur constitution est exprimée par la formule générale



» 2° Des acides divalents et monobasiques, résultant de la combinaison directe de l'acide hypophosphoreux et de l'aldéhyde, molécule à molécule, dont la constitution est exprimée par la formule générale



» Ce dernier groupe d'acides, acides oxyphosphineux, présente les réactions caractéristiques de l'acide phosphoreux.

» J'ai constaté que les proportions d'acide dioxyphosphinique et d'acide oxyphosphineux obtenues dépendent des quantités relatives d'aldéhyde et d'acide hypophosphoreux mises en expérience. La quantité d'acide oxyphosphineux augmente avec la proportion d'acide hypophosphoreux réagissante; quand, au contraire, on opère avec une quantité relativement considérable d'aldéhyde, on obtient une proportion plus grande d'acide dioxyphosphinique.

» Ces observations m'ont aussi indiqué les conditions expérimentales les plus favorables pour la préparation de ces deux nouvelles classes d'acides. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'acide carballylique dibromé.* Note de M. E. GUINOCHET.

« 1. J'ai fait voir (*Comptes rendus*, t. CVIII, p. 300) que si l'on chauffe en tubes scellés à 115°-120°, pendant trente-six heures, 1 équivalent d'a-

cide aconitique avec 4 équivalents de brome, celui-ci est complètement absorbé. La solution éthérée du liquide renfermé dans les tubes m'a donné, après évaporation dans le vide en présence d'acide sulfurique et de chaux éteinte, un résidu sirupeux qui a été traité par l'eau froide. Il s'est précipité une poudre blanche, que j'ai démontré être le bibromure d'acide aconitique monobromé $C^{12}H^5BrO^{12}Br^2$ (*Comptes rendus*, t. CIX, p. 906). La solution aqueuse, séparée de ce précipité, a été évaporée dans le vide en présence d'acide sulfurique et de chaux vive, jusqu'à poids à peu près constant. Au bout d'un temps très long, il s'est formé un gâteau cristallin imprégné d'une eau mère très colorée et fortement sirupeuse, qui a été enlevée par un essorage prolongé à la trompe sur de l'amiante. La masse cristalline a été délayée dans une très petite quantité d'eau froide, essorée de nouveau, et enfin mise à sécher en présence d'acide sulfurique et d'oxyde de mercure jaune, pour enlever toute trace d'acide bromhydrique en excès.

» 2. Le corps ainsi obtenu, se présente, après recristallisation dans l'eau, sous la forme de fines aiguilles prismatiques, excessivement solubles dans l'eau, l'alcool, l'éther; les solutions se sursaturent avec la plus grande facilité. La composition de ces cristaux répond à la formule d'un hydrate de bibromure d'acide aconitique $C^{12}H^6O^{12}Br^2 + HO$, qu'on peut envisager aussi comme l'acide carballylique dibromé $C^{12}H^6Br^2O^{12} + HO$. La neutralisation de 100 parties de cet acide a exigé, avec la phénolphtaléine, 66,6-66,7 de BaO (théorie 66,99).

» 3. Cet acide est tribasique, ainsi que le démontre la composition des sels de potasse, de chaux et de baryte, que j'ai préparés en ajoutant à la solution aqueuse concentrée de cet acide les bases correspondantes, jusqu'à neutralité, à la phénolphtaléine, et en évaporant très rapidement dans le vide et à froid les solutions obtenues.

» *Sel de potasse* $C^{12}H^3K^3O^{12}Br^2 + 6HO$. — Poudre cristalline, excessivement soluble dans l'eau, ne changeant de poids ni à la température ordinaire dans le vide ni à l'étuve à eau bouillante, mais s'altérant dès la température de 130°, en brunissant fortement.

» *Sel de chaux* $C^{12}H^3Ca^3O^{12}Br^2 + 4HO$ (dans le vide sec). — La solution, concentrée rapidement dans le vide, donne une masse vitreuse incolore, qui s'altère dès la température de 100°. Dissous dans une très petite quantité d'eau froide, ce sel a été précipité par un grand excès d'alcool à 90° et lavé avec cet alcool; la poudre ainsi obtenue est amorphe et, après dessiccation dans le vide, répond à la formule $C^{12}H^3Ca^3O^{12}Br^2$.

» *Sel de baryte* $C^{12}H^3Ba^3O^{12}Br^2 + 5HO$ (dans le vide sec). — Poudre blanche amorphe ne changeant pas de poids à 100° et s'altérant dès la température de 115°.

» 4. L'acide carballylique dibromé hydraté fond au-dessous de 100°, en dégageant des vapeurs d'acide bromhydrique; si l'on continue à chauffer, il s'altère en brunissant de plus en plus. Mais, si l'on reprend par l'eau, après refroidissement, la matière fondue et encore incolore, et si l'on fait concentrer dans le vide cette solution, elle se prend en une masse cristalline ayant toutes les propriétés du corps primitif. Quand on abandonne ce corps dans le vide sec à la température ordinaire, il perd constamment, mais très lentement, de son poids. La perte, plus considérable au commencement, semble, à partir d'un certain moment, assez régulière; toutefois, je n'ai pu obtenir un corps répondant à une formule déterminée, même au bout de deux mois : la teneur en brome avait augmenté, ainsi que le pouvoir acidimétrique.

» 5. Dissous dans l'eau froide, l'acide carballylique dibromé ne semble pas se décomposer, car son pouvoir acidimétrique ne change pas même au bout de plusieurs jours; de plus, la solution concentrée dans le vide à froid laisse cristalliser l'acide primitif. Cette solution froide donne, en présence d'un peu d'acide nitrique, avec le nitrate d'argent, un précipité de bromure d'argent dont le poids correspond à environ la moitié du brome. A chaud, il y a décomposition, et l'on obtient, après refroidissement, avec le nitrate d'argent, un poids de bromure variable avec les conditions de l'expérience, mais toujours plus considérable que dans le cas précédent.

» 6. En faisant réagir l'amalgame de sodium sur $C^{12}H^6O^{12}Br^2 + HO$, j'ai obtenu l'acide carballylique ordinaire. Ce fait présente un certain intérêt, si l'on se rappelle qu'en opérant dans les mêmes conditions avec $C^{12}H^5BrO^{12}Br^2$, j'ai montré (*Comptes rendus*, t. CIX, p. 906) qu'il se forme un isomère de l'acide carballylique (¹). »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Dosage de l'acide urique des urines au moyen d'une solution d'hypobromite de soude, à chaud;* par M. **Bayrac**. (Extrait.)

« Parmi les matériaux azotés de l'urine, l'urée, l'acide urique et la créatinine sont seuls décomposés par l'hypobromite de soude et dégagent l'azote de leur molécule incomplètement *à froid*, complètement *à chaud*.

(¹) Travail fait au laboratoire de M. Jungfleisch, à l'École supérieure de Pharmacie.

Les autres produits azotés, susceptibles *peut-être* de donner une partie de leur azote, se trouvent dans l'urine en quantités négligeables.

» Le principe de la méthode consiste à séparer l'acide urique des deux autres produits azotés, au moyen de l'alcool, et à faire agir, sur cet acide ainsi isolé, une solution concentrée d'hypobromite de soude à une température de 90°-100°.

» On évapore 50^{cc} d'urine au bain-marie; on précipite l'acide urique du résidu par 5^{cc} ou 10^{cc} d'une solution d'acide chlorhydrique au $\frac{1}{5}$ et on lave à l'alcool. Ce dissolvant enlève la créatinine et l'urée et laisse l'acide urique. Ce dernier corps est dissous au bain-marie avec vingt gouttes de soude des savonniers, et traité à 90°-100° par 15^{cc} d'une solution concentrée d'hypobromite de soude....

» Le dosage d'acide urique par ce procédé est fait au bout de deux heures *au maximum*. Les résultats obtenus sont absolument semblables à ceux que donne la méthode la plus précise connue, c'est-à-dire la précipitation par le carbonate de soude, le chlorhydrate d'ammoniaque et l'acide chlorhydrique. Mais, par ce dernier procédé, il faut quarante-huit heures (1). »

HYGIÈNE. — *Recherches sur les microbes pathogènes dans les eaux filtrées du Rhône*. Note de MM. **Lortet** et **Despeignes**, présentée par M. A. Chauveau.

« Les eaux potables distribuées à l'agglomération lyonnaise sont celles du Rhône, prises en amont de la ville et filtrées dans des galeries séparées du fleuve par une épaisseur de gravier récent, de 15^m en moyenne. Ces chambres souterraines, murées sur les quatre faces, filtrent seulement par le fond. Or il résulte d'une analyse bactériologique, publiée en 1886, que les eaux libres du fleuve, au niveau de ces installations, renferment au moins 51000 germes par litre, tandis que celles prises dans les galeries filtrantes, lorsque le Rhône n'est point en crue, n'en contiennent que 7000 environ.

» Malgré cette épuration considérable, ces eaux laissent pourtant déposer rapidement, sur les bougies du filtre Chamberland fixé directement sur le service de distribution, une couche d'un limon onctueux au tou-

(1) Ce travail a été fait dans le laboratoire de M. le professeur Lépine, à Lyon.

cher, glaireux, fortement teinté en jaune par l'oxyde de fer, et formé surtout par une marne très finement pulvérisée, accompagnée d'une certaine quantité de matières organiques. Examiné au microscope, ce dépôt fourmille de bactéries de différentes formes, faciles à isoler les unes des autres par une culture méthodique. Il n'entre point dans notre plan de faire l'étude de chaque espèce prise isolément; mais il nous a semblé qu'il était de la plus haute importance de savoir si les espèces pathogènes sont nombreuses dans une eau potable réputée d'excellente qualité et, en apparence, parfaitement filtrée.

» De nombreux cobayes, auxquels nous avons injecté le dépôt recueilli à l'intérieur du filtre Chamberland et délayé dans une eau stérilisée, ont péri pour la plupart, en présentant à l'autopsie des lésions variées, qui consistent surtout en épanchements dans le péritoine et la plèvre, accompagnés d'infarctus à peu près constants dans le foie et les poumons. Sur six cobayes, on a constaté des ulcérations nombreuses, quelquefois jusqu'à dix-sept, arrondies ou ovalaires, larges de près de 1^{cm} et développées dans les glandes de Peyer du cæcum. Ces ulcérations ont pu être transmises à d'autres animaux par l'inoculation des parois intestinales ulcérées.

» Sur 27 cas de maladies expérimentales ayant amené la mort, nous en avons eu 8 provoqués par septicémie simple, 1 par pyoémie, 9 par congestion pulmonaire intense, 2 par hypopyon et 1 par un vaste abcès ayant décollé la peau de la paroi thoracique.

» Ce n'est point seulement la vase déposée dans le filtre Chamberland qui renferme des bactéries pathogènes. Les boues légères, brillantes, glaireuses, qui se précipitent à l'intérieur même des galeries de filtration sur les cailloux ou le sable du sol, contiennent aussi un nombre incalculable de bactéries virulentes. Les expériences récentes que nous venons de faire avec ce dépôt sont encore plus décisives que les premières, car tous les animaux inoculés jusqu'à ce jour ont été foudroyés en moins de quarante-huit heures.

» Après des résultats pareils, il nous semble qu'on est en droit de se demander si les galeries de filtration semblables à celles qui sont employées à Lyon remplissent bien les fonctions qu'on est en droit d'exiger d'elles. Ne font-elles même pas courir de très grands dangers à la santé publique, en concentrant en quelque sorte les microbes du fleuve dans un espace restreint? Dans les installations de ce genre, en effet, le feutrage fertile en bactéries se trouve, non pas à l'extérieur du filtre, mais à l'intérieur même, sous une couche d'eau immobile en apparence.

» Mais, ainsi que nous avons pu nous en assurer récemment, à la suite d'une crue moyenne du Rhône, lorsque la pression devient plus forte, les graviers filtrants sont forcés de travailler plus activement. Une poussée s'opère alors de bas en haut dans les masses aqueuses et détache de la couche fertile en microbes une quantité innombrable de germes, de particules marneuses, de matières organiques qui vont contaminer les réservoirs et les canaux de distribution. A ce moment, les eaux des galeries de filtration prennent une teinte nettement opaline, due à la présence de ces corpuscules étrangers, qui se déposent ensuite lentement sur les graviers du fond lorsque le niveau du fleuve revient à son état normal. »

PATHOLOGIE PARASITAIRE. — *Sur la nutrition du Champignon du muguet.* Note de MM. **Georges Linossier** et **Gabriel Roux**, présentée par M. A. Chauveau.

« Nous avons, dans une Note récente, apporté quelques documents nouveaux sur la morphologie du Champignon du muguet. Quelque importance que les botanistes attachent aux considérations d'ordre morphologique, elles sont insuffisantes, dans l'état actuel de nos connaissances, pour permettre de caractériser un Champignon inférieur. Il faut y joindre l'étude attentive des conditions de sa nutrition et des transformations chimiques qu'il provoque dans les milieux où il végète.

» L'étude de la nutrition du Champignon du muguet est l'objet de la présente Note : nos recherches ont porté sur l'alimentation minérale, hydrocarbonée, azotée de cet organisme, et ont été conduites d'après les principes exposés dans le travail classique de Raulin sur l'*Aspergillus niger*, avec les modifications que rendait nécessaires la médiocrité des récoltes obtenues dans les conditions les plus favorables.

» *Alimentation minérale.* — L'oxygène libre est absolument indispensable au muguet, qui ne se développe ni dans le vide ni dans les gaz inertes, et finit même, au bout de plusieurs mois, par y périr. Toutes conditions égales d'ailleurs, les récoltes sont d'autant plus considérables que le végétal est baigné plus abondamment par l'air : telle est l'une des causes de l'abondance des cultures sur milieux solides. Dans un liquide, le muguet, qui n'a pas la propriété de former des voiles de surface, se développe d'autant plus péniblement que la profondeur est plus grande. On peut en juger

par les poids des récoltes obtenues dans la même quantité de liquides nutritifs identiques, l'épaisseur seule de la couche étant différente :

Épaisseur du liquide.....	20^{mm}	Poids de la récolte......	$0^{gr},031$
» »	36^{mm}	» »	$0^{gr},023$

Par contre, l'action d'un courant d'air continu traversant un bouillon de culture s'est traduite par une augmentation de la récolte, qui s'est élevée à $0^{gr},027$ au lieu de $0^{gr},016$. Toutes conditions égales d'ailleurs, on a pu obtenir, dans une expérience, $8^{gr},080$ de récolte au lieu de $0^{gr},065$ en substituant l'oxygène à l'air atmosphérique à la surface de la culture.

» Au point de vue morphologique, la rareté de l'air semble le plus généralement favoriser la *filamentisation* du muguet. Il en résulte pour le végétal un état de souffrance, et nous avons indiqué que tout état de souffrance se traduit par une tendance à la formation des filaments; mais cette action est loin d'être constante, et c'est ce qui explique que nos premières expériences nous aient fait croire momentanément à une action filamentisante de l'oxygène (1).

» Quant aux aliments minéraux solides du muguet, leur étude nous a peu arrêtés. A cause du faible poids des récoltes obtenues dans les conditions les plus favorables, cet organisme convient aussi mal à de telles recherches que les moisissures vulgaires s'y prêtent bien. Nous avons seulement constaté qu'il se développe facilement dans un liquide renfermant par litre : phosphate de potassium, 0,75; sulfate de magnésium, 0,05; sulfate de fer, 0,02; sulfate de zinc, 0,02; silicate de sodium, traces; le tout additionné d'un aliment hydrocarboné et d'un aliment azoté convenables. L'addition à ce liquide d'autres substances minérales ne semble pas augmenter le poids des récoltes.

» *Alimentation hydrocarbonée.* — Nous avons cultivé du muguet dans d'égales quantités de liquides renfermant, avec les substances minérales ci-dessous énumérées, du sulfate d'ammonium et un aliment hydrocarboné variable : la valeur de ces différents aliments peut être exprimée par les poids suivants des récoltes obtenues dans le même temps :

	gr	Rapports centésimaux.
Glucose	0,046	100
Saccharose....................	0,036	78

(1) *Comptes rendus*, t. CIX, p. 752.

		Rapports centésimaux.
Dextrine	gr 0,032	70
Mannite	0,031	63
Alcool	0,0165	36
Lactate de sodium	0,017	37
Acide lactique	0,012	27
Gomme	0,007	15

» Parmi ces substances, l'alcool et l'acide lactique ne sont nutritifs qu'à faible dose et deviennent toxiques quand leur proportion s'accroît dans le milieu de culture. Dans l'albumine, la glycérine, on n'obtient que des récoltes insignifiantes; dans l'acide tartrique et les tartrates, la végétation ne se traduit que par un trouble léger; dans le lactose, l'amidon, l'érythrite, l'acide acétique et les acétates, l'acide oxalique et les oxalates, l'aldéhyde, l'acétone, le phénol, la résorcine, l'hydroquinone, la pyrocatéchine, le pyrogallol, la phloroglucine, l'orcine, l'acide gallique, nous n'avons obtenu aucun développement.

» On voit que c'est dans la série des hydrates de carbone que se trouvent les meilleurs aliments hydrocarbonés du muguet, et qu'ils semblent d'autant meilleurs que leur poids moléculaire est moins élevé.

» *Alimentation azotée.* — Nous avons cultivé du muguet dans d'égales quantités de liquides renfermant, avec les mêmes substances minérales que dans l'expérience précédente, du saccharose et des aliments azotés variables. Les poids des récoltes obtenues, dans le même temps, dans ces divers liquides, fournissent une expression numérique de la valeur des différents aliments azotés :

		Rapports centésimaux.
Peptone	gr 0,057	228
Leucine	0,028	112
Tartrate d'ammonium	0,025	100
Sulfate d'ammonium	0,023	92
Glycocolle	0,022	88
Tyrosine	0,021	84
Asparagine	0,021	84
Urée	0,013	52
Acétamide	0,012	48
Gélatine	0,006	24
Albumine	0,004	16
Chlorhydrate d'aniline	0,002	8
Azotate de sodium	0,0005	2
Pas d'azote	0,0005	2

» Les indications de ce Tableau sont assez claires pour rendre toute explication inutile.

» *Influence de la réaction du milieu.* — Toutes conditions égales d'ailleurs, le muguet fournit dans les milieux légèrement alcalins des récoltes plus abondantes que dans les milieux neutres ou acides. Ce fait, déjà signalé par Kehrer et Kosegarten, semble en contradiction avec les enseignements de la Clinique, puisque les alcalins sont généralement employés pour combattre le muguet. Nous montrerons, dans un Mémoire plus développé ([1]), que cette contradiction n'est qu'apparente et disparaît devant une étude approfondie des conditions d'existence du muguet dans la bouche. »

PHYSIOLOGIE. — *Sur la perception des radiations lumineuses par la peau, chez les Protées aveugles des grottes de la Carniole.* Note de M. **Raphael Dubois**, présentée par M. A. Chauveau.

« Chez le *Proteus anguinus*, les yeux sont très peu développés, cachés sous la peau et ne présentent aucun appareil de réfraction ([2]). La vision est très imparfaite chez ces animaux qui se heurtent à tous les obstacles placés sur leur passage. Pourtant, ils sont sensibles à la lumière et plusieurs observateurs ont noté avant nous qu'ils présentaient une photophobie très accusée.

» Lorsque les Protées sont laissés en repos dans l'obscurité, ils restent parfois longtemps dans une immobilité presque complète ; mais, quand un rayon lumineux vient à frapper leur tégument, ils se mettent en mouvement pour échapper à cette excitation qui paraît les incommoder.

» Entre le moment de l'excitation lumineuse et la réaction motrice qu'elle provoque, et qui est très caractéristique, il s'écoule un certain temps qui constitue la *période latente de réaction.*

» La durée de cette période est assez fixe. On peut s'en assurer facilement en plaçant un Protée dans un cristallisoir entouré de papier noir et posé sur une table à l'abri des ébranlements du sol : au-dessus du cristallisoir, où l'eau se renouvelle constamment, on place une glace inclinée de 45°, et en face de cette glace une lanterne à projection renfermant une lampe à gaz à régulateur. Au moyen d'un obturateur, on peut projeter subi-

---

([1]) *Archives de Médecine expérimentale,* 1er mars 1890.

([2]) Desfosses, *Comptes rendus,* t. XCIV, p. 1729 ; 1882.

tement un rayon lumineux d'intensité constante qui, réfléchi par la glace, tombera normalement sur le tégument dorsal du Protée immobile au fond du cristallisoir. On peut également placer devant l'ouverture de la lanterne des verres colorés ou des cuves à faces parallèles renfermant des solutions athermanes ou colorées.

» Dans quarante-trois expériences, séparées par un quart d'heure de repos, la durée de la période latente de réaction a été en moyenne de onze secondes. Dans deux expériences seulement, la durée a excédé une minute et dans quatre autres une demi-minute.

» Quel est le siège de cette sensation nettement accusée par une réaction motrice? Si l'on promène un fin pinceau de lumière obtenu au moyen d'un photophore électrique sur le corps d'un Protée, on constate que les divers points du tégument sont sensibles, et plus particulièrement les régions de la queue et de la tête. La peau serait donc le siège d'une sensation lumineuse capable d'être perçue. Pour s'en assurer, il suffit de masquer les yeux rudimentaires du Protée au moyen d'un épais enduit de gélatine et de noir de fumée, le seul qui adhère bien à la peau visqueuse de l'animal.

» Dans trente expériences sur des Protées ainsi privés de l'usage de leurs yeux embryonnaires, la réaction a fait défaut trois fois seulement, et, dans vingt-sept passages de l'obscurité à la lumière, elle s'est montrée, en moyenne, au bout de vingt-quatre secondes, c'est-à-dire au bout d'un temps très court, double cependant de celui qui a été trouvé pour les animaux normaux. L'interposition d'une cuve à alun sur le trajet des radiations lumineuses ne modifie pas sensiblement les résultats obtenus par l'éclairage direct.

» Donc, le Protée distingue la lumière de l'obscurité par les yeux et par la peau, mais la sensibilité dermatoptique est deux fois moindre que la sensibilité oculaire.

» *Action des lumières colorées* (verres de couleur). — La durée de la période de réaction pour le passage de l'obscurité à la lumière colorée a été en moyenne : pour le passage du noir au violet, vingt-six secondes; au bleu, vingt-trois secondes; au rouge, seize secondes; au vert, treize secondes; au jaune, dix secondes et demie [1].

---

[1] Ces résultats ont été obtenus avec un Protée dont les yeux n'étaient pas recouverts. Les essais faits avec les animaux à yeux recouverts ont donné des résultats inconstants, dus probablement à ce que, par suite de l'exposition répétée à la lumière, la peau s'était fortement pigmentée et était devenue moins sensible.

» Ces chiffres, obtenus avec des verres non monochromatiques et exprimant des moyennes, n'ont pas une valeur absolue et indiquent seulement le sens général du phénomène. Mais ces résultats ont leur importance, si on les rapproche des observations plus précises que nous avons faites sur le mécanisme de la vision dermatoptique chez le *Pholas dactylus* ([1]), car ils ne paraissent pas produits par des différences de l'intensité de l'éclairage.

» Chez la Pholade, la notion d'intensité lumineuse est fournie par la plus ou moins grande amplitude de la contraction du système avertisseur, et la sensation chromatique par la plus grande rapidité de cette contraction. Il n'est pas impossible qu'il en soit de même chez le Protée, étant données les relations morphologiques et physiologiques existant entre la rétine des Vertébrés et la peau du siphon de la Pholade, et vraisemblablement aussi entre la rétine et la peau du Protée.

» La sensibilité de la peau de certains Vertébrés à la lumière n'est donc pas douteuse, et ce résultat est aussi intéressant au point de vue de l'évolution de la fonction que de son mécanisme.

» Les modifications localisées produites par l'action directe de la lumière sur la peau du Caméléon, signalées par Paul Bert, ne prouvent pas, ainsi que l'a fait remarquer ce savant lui-même, qu'il y ait dans ce cas sensation dermatoptique perçue. Les expériences si nombreuses et si patientes de Vitus Graber ([2]) sur les Tritons aveuglés ne prouvent pas davantage l'existence d'une sensation dermatoptique chromatique; mais il est probable qu'il s'agit simplement d'une sensation consciente ou inconsciente de *mieux être*, en rapport avec des modifications d'une fonction générale analogues à celles qui ont été observées par Fubini et Ronchi ([3]).

» En effet, nous avons observé que nos Protées placés dans les mêmes conditions que les Tritons aveuglés de Graber séjournaient plus volontiers, à défaut d'obscurité, dans la lumière rouge et dans la lumière jaune, qui agissent d'une manière opposée sur la fonction dermatoptique, l'une lentement et l'autre très vivement. On peut classer la préférence de l'éclairage pour les Protées de la manière suivante en série décroissante : noir, rouge, jaune, vert, violet, bleu, lumière blanche ([4]). Il n'y a donc rien de com-

---

([1]) *Comptes rendus*, t. CIX, p. 233, et même tome, p. 320. (Dans cette dernière Note, p. 322, ligne 3, *lire* croît *au lieu de* décroît.)

([2]) Vitus Graber, *Grundlinien zur Erforschung des Helligkeits- und Farbensinnes der Thiere*. Leipzig, 1884.

([3]) *Comptes rendus*, 1876, et *Arch. per le Scienze med.* Torino, 1876.

([4]) L'examen spectro-photométrique des verres employés dans ces expériences per-

mun entre cette élection et la sensation dermatoptique proprement dite que nous avons étudiée ([1]). »

ANATOMIE MICROSCOPIQUE. — *Sur les organes sécréteurs et la sécrétion de la cire chez l'Abeille.* Note de M. G. CARLET, présentée par M. Ranvier.

« Les organes sécréteurs de la cire ont été décrits jusqu'à présent dans des termes si vagues et il y a si peu de concordance entre les résultats des divers auteurs, que nous avons essayé, à notre tour, d'étudier la question.

» Contrairement à ce qui a été dit, ce n'est pas sur tous les arceaux ventraux de l'abdomen, à l'exception du premier et du dernier, que se fait la sécrétion de la cire, mais c'est sur tous les arceaux ventraux, à l'exception des deux premiers. Les quatre derniers arceaux ventraux pourraient donc s'appeler *arceaux ciriers*.

» Un arceau cirier est divisé en deux étages, l'un supérieur et glabre, l'autre inférieur et velu, l'Abeille étant orientée la tête en haut avec la face ventrale en avant. La partie glabre présente deux plaques pentagonales séparées l'une de l'autre par une bande sternale et entourées d'un cadre chitineux : nous les appellerons *plaques cirières*.

» La plaque cirière se compose de trois couches superposées dont l'une seulement, celle du milieu, que nous nommerons *membrane cirière,* sécrète la cire, ainsi que nous le démontrerons dans un instant. Nous donnerons à la couche superficielle le nom d'*écaille supérieure;* quant à la couche profonde, elle n'est autre chose qu'une partie du revêtement interne du squelette cutané et ne doit pas nous occuper ici.

» 1° *Écaille supérieure.* — Elle est très mince et, quand on l'examine au microscope, paraît décomposée en un réseau peu apparent de cellules, pour la plupart hexagonales, dont nous désignerons l'ensemble sous le nom de *réseau hexagonal.* Pour étudier convenablement ce réseau, nous avons soumis l'écaille à l'action des réactifs colorants. Celui qui nous a le mieux réussi est l'encre ordinaire; elle possède, en effet, un mordant spécial fixant parfaitement la couleur sur la cire, matière grasse qui

---

mettrait de les classer, sous le rapport de leurs intensités éclairantes relatives, dans l'ordre suivant en série décroissante : jaune, bleu, rouge, vert, violet.

([1]) Laboratoire de Physiologie générale et comparée de la Faculté des Sciences de Lyon.

ne se laisse pas imprégner par tous les réactifs. Avec l'encre qu'on trouve dans le commerce sous le nom d'*encre Gardot,* nous avons obtenu des préparations d'un violet très doux et en même temps très tenace.

» Après avoir fait macérer, pendant quelques heures, l'écaille dans l'encre, on la monte dans la glycérine et l'on observe très nettement le réseau hexagonal, qui n'était que peu apparent avant la coloration. On peut alors facilement se convaincre que ce réseau n'existe qu'à la face postérieure de l'écaille. De plus, chacun des hexagones se montre constitué par un amas de petites granulations violacées formant un pointillé très délicat; enfin les divers polygones sont séparés les uns des autres par un lacis qui conserve la teinte légèrement jaunâtre de l'écaille et n'est pas coloré par l'encre. Si l'on fait glisser la pointe d'une aiguille sur la face postérieure de l'écaille ainsi colorée, on tracera à sa surface une ligne qui laissera voir le tissu de cette écaille intact et non réticulé. Ce sont, comme nous le montrerons plus loin, des granulations de cire qui constituent les hexagones du réseau; elles se colorent par l'encre et sont enlevées sur le parcours de l'aiguille. L'écaille supérieure est donc anhiste et ne présente nullement la structure cellulaire qu'on serait tenté de lui attribuer et qu'on lui a attribuée en effet, à l'examen superficiel du réseau hexagonal qu'elle offre au microscope. Quelques naturalistes regardent même encore ces prétendues cellules comme les organes sécréteurs de la cire.

» Pour comprendre la formation du réseau hexagonal, il est indispensable d'étudier la membrane cirière.

» 2° *Membrane cirière.* — Appliquée directement contre l'écaille supérieure, elle a pour limites le cadre même de la plaque cirière, sur les côtés duquel elle vient se fixer. C'est une membrane épithéliale formée par une seule couche de cellules plates, pour la plupart hexagonales, ayant les mêmes dimensions que les mailles du réseau de l'écaille supérieure. En effet, chacun des polygones de l'écaille correspond à une cellule de la membrane cirière.

» Les cellules de la membrane cirière présentent un noyau central entouré d'un protoplasma chargé de granulations. Le noyau et les granulations se colorent vivement par l'encre; mais, si on laisse séjourner, un certain temps, l'arceau cirier dans l'essence de térébenthine, puis dans la benzine, avant de le plonger dans l'encre, celle-ci ne colorera plus que le noyau. Les granulations du protoplasma ont disparu après l'action des deux dissolvants de la cire, et cela suffit pour affirmer qu'elles sont constituées par de la cire. On peut donc appeler *cellules cirières* les cellules de la membrane cirière : ce sont elles qui sécrètent la cire et non de prétendues glandes intra-abdominales admises par quelques auteurs, qui ne les ont d'ailleurs ni décrites ni figurées. D'autre part, après sa sortie des liquides dissolvants de la cire, l'écaille est devenue d'une transparence parfaite et l'encre n'y révèle plus aucune trace du réseau hexagonal. Les hexagones pointillés sont donc formés par de la cire qui est sécrétée et déposée sous forme de granulations. A l'état naturel, ils se colorent par l'encre et, là où il n'y a pas de cire, c'est-à-dire dans l'intervalle des cellules cirières, qui correspond au ciment intercellulaire, le tissu de l'écaille reste incolore. Après l'action de l'essence et de la benzine, le dépôt de cire se dissout; alors l'écaille paraît ce qu'elle est en réalité : anhiste et hyaline. Elle ne joue aucun rôle dans la sécrétion de la cire, mais elle se laisse traverser par cette substance grasse. Pour démontrer ce dernier point, montons rapidement la plaque cirière dans la

glycérine, à la sortie des bains dissolvants; nous verrons, au bout de quelques heures un grand nombre de globules graisseux apparaître entre la lamelle de verre et la face externe de l'écaille. C'est la cire qui, renfermée encore dans l'épaisseur de l'écaille, vient ainsi sourdre au dehors, sous la forme de fines gouttelettes présentant tous les caractères optiques des globules de graisse.

» En résumé :

» 1° La cire est produite par les quatre derniers arceaux ventraux de l'abdomen.

» 2° Elle est sécrétée, non par la couche cuticulaire de ces arceaux ou par des glandes intra-abdominales, ainsi qu'on l'a supposé, mais bien par les cellules d'une membrane épithéliale que nous appelons *membrane cirière*.

» 3° Cette membrane est située entre deux feuillets dont l'un, extérieur, est la couche cuticulaire, tandis que l'autre, intérieur, forme le revêtement interne de la partie antéro-latérale de l'arceau ventral.

» 4° La substance cireuse traverse la couche cuticulaire pour venir s'accumuler au dehors, contre la face externe de cette couche, où elle constitue une lamelle de cire recouverte par l'arceau ventral précédent.

» 5° Ce passage de la cire à travers la cuticule, *admis* par les auteurs qui croyaient à l'existence de glandes cirières intra-abdominales, est aujourd'hui *démontré* expérimentalement par nos recherches. »

BOTANIQUE. — *Cultures expérimentales dans les hautes altitudes*. Note de M. **Gaston Bonnier**, présentée par M. Duchartre.

« On sait que les plantes de la région alpine n'ont, pour se développer, fleurir et fructifier, qu'une saison très courte, pendant l'absence des neiges. Cependant, ces plantes, qui sont toutes vivaces, mettent en réserve dans leurs parties souterraines une provision de nourriture relativement plus abondante que les plantes de plaine qui leur sont comparables. Par quelles modifications, par quelles adaptations spéciales une plante de la région alpine parvient-elle, après une évolution si rapide, à accumuler des réserves en si peu de temps? telle est la question que je me suis posée, et que j'ai cherché à résoudre expérimentalement depuis 1884.

» Pour ces recherches, j'ai établi de petits champs de culture à diverses hauteurs, dans les Alpes et dans les Pyrénées. Les stations les plus élevées sont, dans les Alpes, sur la chaîne du mont Blanc, à l'Aiguille de la Tour

(2300^{m} d'altitude), et, dans les Pyrénées, sur la chaîne du pic d'Arbizon, au col de la Paloume (2400^{m}). Les autres stations de culture sont aux altitudes de 1060^{m}, 740^{m}, 200^{m} et 50^{m}. Dans plusieurs de ces stations inférieures, pour éliminer l'influence due à la nature du sol, on a transporté de la terre provenant de la station supérieure, de telle sorte que les plantes à comparer se trouvent sur un sol de même nature. De plus, pour établir les comparaisons, le plant cultivé à une altitude élevée et le plant cultivé à la station la plus basse provenaient du *même pied* qui avait été divisé en deux.

» Voici quelles ont été les principales modifications obtenues, soit dans l'aspect extérieur, soit dans la structure, pour les 165 espèces indigènes ou horticoles mises en cultures comparées.

» 1° *Aspect extérieur.* — On observe dès la première année dans le port de la plante un changement qui était facile à prévoir. Les végétaux de la station supérieure sont de taille plus petite et leurs rameaux sont beaucoup plus rapprochés du sol. D'après les observations que j'ai faites après la chute de la neige au milieu de la saison, la gelée qui se produit alors à une certaine distance au-dessus du sol et le poids de la neige tombée suffiraient peut-être pour expliquer ce que l'on appelle quelquefois le *nanisme* des plantes alpines. En tout cas, l'influence directe et immédiate du climat est ici manifeste.

» D'autres modifications ne pourraient pas s'expliquer d'une façon aussi simple et paraissent plutôt dues à l'influence de la lumière. C'est ainsi que des mesures faites au chronomètre indiquent, même après la première année de culture, que l'échantillon d'en haut a les fleurs plus colorées et les feuilles d'un vert plus foncé, surtout par transparence. En outre, les feuilles des plantes de la station supérieure sont plus épaisses que celles des plantes comparables de la station inférieure.

» 2° *Structure.* — Une première série de modifications paraissent être dues surtout aux brusques alternances de température qui se produisent en été dans la région alpine. Tous les tissus protecteurs (liège, écorce, épiderme, hypoderme) sont relativement plus développés ou à parois plus épaisses. Mais la différence de structure la plus importante réside dans le limbe des feuilles, dont l'épaississement plus grand est surtout formé, en général, par l'extension du tissu en palissade très riche en chlorophylle. Chez plusieurs espèces, on observe même deux rangées de cellules en palissade dans les feuilles des plants alpins, tandis que celles des plants de plaine n'en présentent qu'une seule rangée.

» Il résulte de là qu'une lumière de même intensité, tombant sur la même surface de feuille, traversera une quantité de chlorophylle beaucoup plus grande dans une feuille de plante alpine que dans la feuille comparable de plante de plaine. Par suite, pour une même lumière, l'assimilation chlorophyllienne devra être plus forte dans le premier cas que dans le second.

» Or, comme la lumière est plus intense dans la région alpine que dans les plaines, l'assimilation par les feuilles y sera *a fortiori* plus considérable. C'est ce que j'ai vérifié par des expériences physiologiques directes dont je donnerai le résumé dans une prochaine Note.

» *Conclusions.* — Il résulte des observations précédentes que la formation de réserves relativement abondantes dans les parties souterraines des plantes alpines peut s'expliquer, non seulement par la différence d'intensité lumineuse, mais aussi par l'adaptation spéciale des feuilles à une nutrition beaucoup plus active. Telle est la réponse à la question que je m'étais posée au début de ces études.

» On peut résumer ainsi qu'il suit les principales modifications observées, qui toutes sont dues directement au climat, de telle sorte que les conditions physiques du milieu déterminent elles-mêmes ces adaptations.

» *Toutes conditions, sauf le climat, égales d'ailleurs, chez les plantes cultivées dans la région alpine, on observe ordinairement que :*

» *Les tiges aériennes sont étalées, plus courtes et plus rapprochées du sol.*

» *Les fleurs sont plus colorées, les feuilles sont plus épaisses et d'un vert plus foncé.*

» *Les tissus protecteurs des tiges sont plus développés.*

» *Grâce à l'épaisseur plus grande du tissu en palissade et à l'abondance de la chlorophylle, l'assimilation par les feuilles est beaucoup plus considérable, à égalité de surface.*

» Cette dernière conclusion montre qu'il s'établit ainsi une sorte de compensation entre le faible développement des parties aériennes des plantes alpines et leur nutrition plus intense. »

A 4 heures un quart, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures.

M. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 17 FÉVRIER 1890.

Le nouveau matériel naval; par A. LEDIEU et ERNEST CADIAT. T. II. Paris, Vve Ch. Dunod, 1890; 1 vol. gr. in-8° et un Atlas de Planches. (Présenté par M. Mouchez.)

Des maladies catarrhales saisonnières; par M. KELSCH. Paris, Victor Rozier, 1889; br. gr. in-8°. (Présenté par M. le baron Larrey.)

L'éducation de nos fils; par le Dr JULES ROCHARD. Paris, Hachette et Cie, 1890; 1 vol. in-16. (Présenté par M. le baron Larrey.)

Traité de Chirurgie, publié sous la direction de MM. SIMON DUPLAY et PAUL RECLUS. Tome I; par MM. RECLUS, QUÉNU, BROCA, LEJARS. Paris, G. Masson, 1890; 1 vol. gr. in-8°. (Présenté par M. Verneuil.)

Inventaire général des richesses d'Art de la France. Paris : Monuments civils. Tome deuxième. Paris, E. Plon, Nourrit et Cie, 1889; 1 vol. in-4°.

Bulletin de la Société philomathique de Paris. Huitième série, Tome I, n° 4, 1888-1889. Paris, au siège de la Société, 1889; br. in-8°.

Bulletin de la Société industrielle de Mulhouse. Bulletin de décembre 1889. Paris, Berger-Levrault et Cie, 1889; br. gr. in-8°.

Bulletin de la Société industrielle de Reims, 1890. Tome quinzième, n° 78. Paris, Librairie industrielle, 1890; br. gr. in-8°.

Bulletin international de l'Académie des Sciences de Cracovie. Comptes rendus des séances de l'année 1890. Janvier. Cracovie, Imprimerie de l'Université, 1890; br. gr. in-8°.

Mémoires de la Société d'Agriculture, Commerce, Sciences et Arts du département de la Marne. Année 1888. Châlons-sur-Marne, F. Thouille, 1888; 1 vol. in-8°.

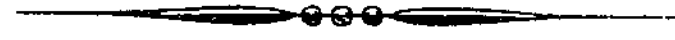
Archives néerlandaises des Sciences exactes et naturelles, publiées par la Société hollandaise des Sciences à Harlem, et rédigées par J. BOSSCHA. Harlem, les héritiers Loosjes, 1890; br. gr. in-8°.

Bulletin de la Société Vaudoise des Sciences naturelles. 3e s., Vol. XXV, n° 100. Lausanne, F. Rouge, 1889; 1 vol. in-8°.

Reports on the observations of the total eclipse of the Sun of January 1 1889; published by the Lick observatory. Sacramento, 1889; 1 vol. gr. in-8°. (Deux exemplaires.)

Reports from the laboratory of the royal College of physicians, Edinburgh. Edited by J. Batty Tuke and G. Sims Woodhead. Vol. II. Edinburgh and London, Young J. Pentland, 1890; 1 vol. in-8°.

The quarterly Journal of the geological Survey. Vol. XLVI, Part I, n° 181. London, Longmans, Green and C°, 1890; 1 vol. in-8°.



On souscrit à Paris, chez GAUTHIER-VILLARS ET FILS,
Quai des Grands-Augustins, n° 55.

Depuis **1835** les **COMPTES RENDUS** hebdomadaires paraissent régulièrement le *Dimanche*. Ils forment, à la fin de l'année, deux volumes in-4°. Deux Tables, l'une par ordre alphabétique de matières, l'autre par ordre alphabétique de noms d'Auteurs, terminent chaque volume. L'abonnement est annuel et part du 1er janvier.

Le prix de l'abonnement est fixé ainsi qu'il suit :

Paris : **20** fr. — Départements : **30** fr. — Union postale : **34** fr. — Autres pays : les frais de poste extraordinaires en sus.

On souscrit, dans les Départements,

	chez Messieurs :
Agen	Michel et Médan.
Alger	Gavault St-Lager. Jourdan. Ruff.
Amiens	Hecquet-Decobert.
Angers	Germain et Grassin. Lachèse et Dolbeau.
Bayonne	Jérôme.
Besançon	Jacquard.
Bordeaux	Avrard. Chaumas. Vincent. Muller (G.).
Bourges	David.
Brest	Lefournier. F. Robert. J. Robert. Ve Uzel Caroff.
Caen	Baër. Massif.
Chambéry	Perrin.
Cherbourg	Henry.
Clermont-Ferr...	Rousseau. Ribou-Collaye.
Dijon	Lamarche. Ratel. Damidot.
Douai	Lauverjat. Crépin.
Grenoble	Drevet. Gratier.
La Rochelle	Robin.
Le Havre	Bourdignon. Dombre.
Lille	Ropiteau. Lefebvre. Quarré.
Lorient	Gosse. Mme Texier.
Lyon	Beaud. Georg. Mégret. Palud. Vitte et Pérussel.
Marseille	Millaud.
Montpellier	Calas. Coulet.
Moulins	Martial Place.
Nancy	Sordoillet. Grosjean-Maupin. Sidot frères.
Nantes	Loiseau. Mme Veloppé.
Nice	Barma. Visconti et Cie.
Nîmes	Thibaud.
Orléans	Luzeray.
Poitiers	Blanchier. Druineaud.
Rennes	Plihon et Hervé.
Rochefort	Boucheron-Rossignol.
Rouen	Langlois. Lestringant.
St-Étienne	Chevalier.
Toulon	Bastide. Rumèbe.
Toulouse	Gimet. Privat.
Tours	Boisselier. Péricat. Suppligeon.
Valenciennes	Giard. Lemaître.

On souscrit, à l'Étranger,

	chez Messieurs :
Amsterdam	Robbers. Feikema Caarchen et Cie.
Athènes	Wilberg.
Barcelone	Verdaguer. Piaget.
Berlin	Asher et Cie. Calvary et Cie. Friedlander et fils. Mayer et Müller.
Berne	Schmid, Francke et Cie.
Bologne	Zanichelli et Cie.
Bruxelles	Ramlot. Mayolez. Falk.
Bucharest	Haimann. Ranisteanu.
Budapest	Kilian.
Cambridge	Deighton, Bell et Co.
Christiania	Cammermeyer.
Constantinople	Lorentz et Keil.
Copenhague	Höst et fils.
Florence	Lœscher et Seeber.
Gand	Hoste.
Gênes	Beuf.
Genève	Cherbuliez. Georg. Stapelmohr.
La Haye	Belinfante frères.
Lausanne	Benda. Payot.
Leipzig	Barth. Brockhaus. Lorentz. Max Rube. Twietmeyer.
Liège	Brandt. Gnusé.
Londres	Dulau. Nutt.
Luxembourg	V. Bück.
Madrid	Fuentès et Capdeville. Librairie Gutenberg. Gonzalès e hijos. Yravedra. F. Fé.
Milan	Dumolard frères. Hœpli.
Moscou	Gautier.
Naples	Furcheim. Marghieri di Gius. Pellerano.
New-York	Christern. Westermann.
Odessa	Rousseau.
Oxford	Parker et Cie.
Palerme	Clausen.
Porto	Magalhaès.
Prague	Rivnac.
Rio-Janeiro	Garnier.
Rome	Bocca frères. Loescher et Cie.
Rotterdam	Kramers et fils.
Stockholm	Samson et Wallin.
St-Petersbourg	Librairie Française. Wolff.
Turin	Bocca frères. Brero. Clausen. Rosenberg et Sellier.
Varsovie	Gebethner et Wolff.
Vérone	Drucker.
Vienne	Frick. Gerold et Cie.
Zürich	Meyer et Zeller.

TABLES GÉNÉRALES DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES :

Tomes **1er** à **31**. — (3 Août 1835 à 31 Décembre 1850.) Volume in-4°; 1853. Prix .... **15** fr.
Tomes **32** à **61**. — (1er Janvier 1851 à 31 Décembre 1865.) Volume in-4°; 1870. Prix .... **15** fr.
Tomes **62** à **91**. — (1er Janvier 1866 à 31 Décembre 1880.) Volume in-4°; 1889. Prix .... **15** fr.

SUPPLÉMENT AUX COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES :

Tome I : Mémoire sur quelques points de la Physiologie des Algues, par MM. A. Derbès et A.-J.-J. Solier. — Mémoire sur le Calcul des Perturbations qu'éprouvent les Comètes, par M. Hansen. — Mémoire sur le Pancréas et sur le rôle du suc pancréatique dans les phénomènes digestifs, particulièrement dans la digestion des matières grasses, par M. Claude Bernard. Volume in-4°, avec 32 planches; 1856 .... **15** fr.

Tome II : Mémoire sur les vers intestinaux, par M. P.-J. Van Beneden. — Essai d'une réponse à la question de Prix proposée en 1850 par l'Académie des Sciences pour le concours de 1853, et puis remise pour celui de 1856, savoir : « Étudier les lois de la distribution des corps organisés fossiles dans les différents terrains sédimentaires, suivant l'ordre de leur superposition. — Discuter la question de leur apparition ou de leur disparition successive ou simultanée. — Rechercher la nature » des rapports qui existent entre l'état actuel du règne organique et ses états antérieurs », par M. le Professeur Bronn. In-4°, avec 27 planches; 1861... **15 fr.**

A la même Librairie les **Mémoires de l'Académie des Sciences**, et les **Mémoires présentés par divers Savants à l'Académie des Sciences.**

N° 7.

TABLE DES ARTICLES. (Séance du 17 février 1890.)

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

MÉMOIRES LUS.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

CORRESPONDANCE.

PARIS. — IMPRIMERIE GAUTHIER-VILLARS ET FILS,
Quai des Grands-Augustins, 55.

1890

PREMIER SEMESTRE.

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

TOME CX.

N° 8 (24 Février 1890).

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS ET FILS, IMPRIMEURS-LIBRAIRES
DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,
Quai des Grands-Augustins, 55.

1890

RÈGLEMENT RELATIF AUX COMPTES RENDUS,

ADOPTÉ DANS LES SÉANCES DES 23 JUIN 1862 ET 24 MAI 1875.

Les *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie* se composent des extraits des travaux de ses Membres et de l'analyse des Mémoires ou Notes présentés par des savants étrangers à l'Académie.

Chaque cahier ou numéro des *Comptes rendus* a 48 pages ou 6 feuilles en moyenne.

26 numéros composent un volume.

Il y a deux volumes par année.

ARTICLE 1er. — *Impression des travaux de l'Académie.*

Les extraits des Mémoires présentés par un Membre ou par un Associé étranger de l'Académie comprennent au plus 6 pages par numéro.

Un Membre de l'Académie ne peut donner aux *Comptes rendus* plus de 50 pages par année.

Les communications verbales ne sont mentionnées dans les *Comptes rendus*, qu'autant qu'une rédaction écrite par leur auteur a été remise, séance tenante, aux Secrétaires.

Les Rapports ordinaires sont soumis à la même limite que les Mémoires; mais ils ne sont pas compris dans les 50 pages accordées à chaque Membre.

Les Rapports et Instructions demandés par le Gouvernement sont imprimés en entier.

Les extraits des Mémoires lus ou communiqués par les correspondants de l'Académie comprennent au plus 4 pages par numéro.

Un Correspondant de l'Académie ne peut donner plus de 32 pages par année.

Dans les *Comptes rendus*, on ne reproduit pas les discussions verbales qui s'élèvent dans le sein de l'Académie; cependant, si les Membres qui y ont pris part désirent qu'il en soit fait mention, ils doivent rédiger, séance tenante, des Notes sommaires, dont ils donnent lecture à l'Académie avant de les remettre au Bureau. L'impression de ces Notes ne préjudicie en rien aux droits qu'ont ces Membres de lire, dans les séances suivantes, des Notes ou Mémoires sur l'objet de leur discussion.

Les Programmes des prix proposés par l'Académie sont imprimés dans les *Comptes rendus*, mais les Rapports relatifs aux prix décernés ne le sont qu'autant que l'Académie l'aura décidé.

Les Notices ou Discours prononcés en séance publique ne font pas partie des *Comptes rendus*.

ARTICLE 2. — *Impression des travaux des Savants étrangers à l'Académie.*

Les Mémoires lus ou présentés par des personnes qui ne sont pas Membres ou Correspondants de l'Académie peuvent être l'objet d'une analyse ou d'un résumé qui ne dépasse pas 3 pages.

Les Membres qui présentent ces Mémoires sont tenus de les réduire au nombre de pages requis. Le Membre qui fait la présentation est toujours nommé; mais les Secrétaires ont le droit de réduire cet Extrait autant qu'ils le jugent convenable, comme ils le font pour les articles ordinaires de la correspondance officielle de l'Académie.

ARTICLE 3.

Le *bon à tirer* de chaque Membre doit être remis à l'imprimerie le mercredi au soir, ou, au plus tard, le jeudi à 10 heures du matin; faute d'être remis à temps, le titre seul du Mémoire est inséré dans le *Compte rendu* actuel, et l'extrait est renvoyé au *Compte rendu* suivant, et mis à la fin du cahier.

ARTICLE 4. — *Planches et tirage à part.*

Les *Comptes rendus* n'ont pas de planches.

Le tirage à part des articles est aux frais des auteurs; il n'y a d'exception que pour les Rapports et les Instructions demandés par le Gouvernement.

ARTICLE 5.

Tous les six mois, la Commission administrative fait un Rapport sur la situation des *Comptes rendus* après l'impression de chaque volume.

Les Secrétaires sont chargés de l'exécution du présent Règlement.

Les Savants étrangers à l'Académie qui désirent faire présenter leurs Mémoires par MM. les Secrétaires perpétuels sont priés de les déposer au Secrétariat au plus tard le Samedi qui précède la séance, avant 5h. Autrement la présentation sera remise à la séance suivante

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 24 FÉVRIER 1890,

PRÉSIDENCE DE M. HERMITE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Les preuves de la dislocation de l'extrémité sud-est du continent asiatique pendant l'âge moderne de la Terre;* par M. **Émile Blanchard.**

« C'était le 13 avril 1878 : dans une conférence faite à la Sorbonne, j'affirmai la séparation violente du continent asiatique pendant la période géologique actuelle.

» Dans l'archipel de la Sonde, quelques années plus tard, le 26 août 1883, se manifestait, comme une éclatante démonstration de la justesse des vues de l'auteur, la terrible éruption du Krakatoa. Sans doute il était naturel de déplorer tout d'abord les désastres, dont on ne tarda pas à compter avec effroi le nombre de victimes. Une fois éteintes, les préoc-

cupations du sentiment humain devaient laisser la place à l'intérêt scientifique.

» Le 13 avril, j'avais donné pour titre à ma conférence : *La Géographie enseignée par la nature vivante* ([1]). C'était une vue nouvelle, l'idée d'une grande application des sciences naturelles à la géographie physique et à l'histoire du globe. Sous cette inspiration, j'ai déjà soumis plusieurs Mémoires à l'Académie. Plus s'étendent et se complètent mes études sur la flore et la faune d'une région du globe, plus je crois entrevoir dans l'avenir la grandeur des résultats obtenus par une science, aujourd'hui seulement à son aurore. Dès longtemps frappé de la ressemblance que présentent la végétation et le monde animal dans l'Indo-Chine, sur la péninsule de Malacca et sur les îles de la Sonde, je m'étais formé la conviction que les îles de la Sonde ont tenu au continent, et qu'entre les eaux qui arrosent ces terres, il y eut autrefois des communications qui ont disparu par suite de certains affaissements du sol. Ainsi la partie méridionale de l'Asie s'est trouvée partagée de façon à constituer la péninsule de Malacca et les îles de la Sonde. Tout d'abord, je me contentai de signaler une seule preuve : l'existence d'espèces de poissons d'eau douce, Cyprins et Silures, communes à l'Indo-Chine et aux îles de la Sonde, la plupart différentes des espèces de la vallée du Gange. Maintenant, après avoir rassemblé tous les documents, toutes les observations dignes d'être considérées, je viens donner un aperçu de l'ensemble des preuves qui attestent avec la dernière évidence une dislocation de l'extrémité sud-est du continent asiatique, à une époque assez peu reculée.

» On le sait, même à l'heure présente, les naturalistes éprouvent souvent de réelles difficultés pour obtenir une certitude absolue touchant la provenance des sujets dont ils s'occupent. Ils doivent craindre de regrettables confusions de la part de voyageurs ayant parcouru diverses contrées. Ils ont encore à redouter les fautes des classificateurs, les uns ne se préoccupant que d'une manière très insuffisante de l'origine des espèces dont ils tracent les descriptions; les autres, sans un minutieux examen, admettant que des espèces provenant d'une région déterminée diffèrent nécessairement d'espèces connues pour habiter une contrée plus ou moins lointaine. Aussi, depuis nombre d'années, je m'applique dans les collections du Muséum d'Histoire naturelle confiées à mes soins, de réunir les individus

---

([1]) *Revue scientifique* et *Bulletin de l'Association scientifique*, t. XXII, p. 193.

dont la provenance est assurée, afin de faire reconnaître l'aire géographique de chaque espèce. Ce sont à la fois l'étude des variations individuelles et l'étude des circonscriptions géographiques qui doivent en tirer avantage. Les mêmes vues animent sans doute l'esprit de quelques naturalistes, c'est peut-être avec lenteur qu'elles susciteront l'intérêt des botanistes et des zoologistes de tout ordre.

» En ce moment, lorsqu'il s'agit de déterminer pour une partie du globe les changements survenus dans la configuration des terres et des mers, on ne s'abandonne à la certitude qu'avec une abondance de preuves dont les unes se contrôlent par les autres. Il en est ainsi des preuves de la dislocation de l'extrémité sud-est du continent asiatique.

» En général, sur les îles, la nature manifeste des signes de pauvreté qui contrastent avec ce que l'on observe sur les grandes terres. Sur les îles de Sumatra, de Java, de Bornéo, comme dans la péninsule de Malacca, dont un affaissement vers l'isthme eût fait une île, s'étalent les magnificences de la nature, végétation luxuriante, faune d'une extrême richesse. Dans des régions qui comptent parmi les plus favorisées sous le rapport du climat, et là où les altitudes sont très variées, des espèces particulières, végétales ou animales, peuvent se trouver cantonnées sur des espaces restreints.

» Il y en a une infinité d'exemples sur les continents, il peut y en avoir de nombreux sur les îles de la Sonde. Cependant, la foule des espèces communes à l'Indo-Chine et aux îles voisines n'ayant pu ni franchir les mers, ni être transportées, est si considérable qu'elle trahit la continuité des terres à une époque peu ancienne.

» Les voyageurs connaissant le mieux l'Indo-Chine retrouvent à Sumatra, à Java, sur les côtes de Bornéo, les mêmes aspects de la végétation. Les botanistes constatent l'identité d'une multitude de formes spécifiques. Refusant de tenir compte de l'herbe proprement dite, Graminées et Cypéracées, qui est sensiblement la même sur des terres fort éloignées les unes des autres, ils s'arrêtent à la considération des espèces arborescentes et des végétaux herbacés les plus caractéristiques. M. Balansa, l'habile explorateur de la Nouvelle-Calédonie, du Tonkin et de quelques parties des îles de la Sonde, me dénonce l'existence de chênes des mêmes essences dans les régions montageuses de Java, de l'Inde et jusqu'à celles de l'Himalaya. Des végétaux appartenant aux familles dont les Magnolias, les Tilleuls, les Figuiers, les Lauriers, les Euphorbes, les Renoncules sont les types témoignent de l'unité de la région comprenant l'Indo-Chine et les îles malaises. C'est la masse de la végétation qui atteste, dans le passé,

l'union des terres aujourd'hui séparées. C'est par centaines qu'on énumère les formes identiques, appartenant aux groupes les mieux caractérisés (¹).

» Avec la considération du règne animal, les preuves se multiplient de la manière la plus frappante. Abondent à la fois en Indo-Chine et sur les îles malaises les mêmes Mollusques, terrestres et fluviatiles, êtres en général très sédentaires et ne pouvant être transportés par delà les mers que d'une façon bien accidentelle.

» Les Insectes, à raison de leur nombre immense et de leurs aptitudes si diverses, fournissent toujours des enseignements des mieux assurés. Certes, il est reconnu que les Lépidoptères, dont le vol paraît si humble, peuvent néanmoins franchir de vastes étendues et être jetés sur une terre parfois fort éloignée du point de départ; mais de tels voyages, ainsi que l'adoption d'une nouvelle patrie, ne sont pas des cas ordinaires, et l'ensemble des espèces de Lépidoptères communes au continent et aux îles malaises est si considérable qu'il faut abandonner toute idée de voyages aériens au-dessus des mers. C'est plus démonstratif s'il s'agit des Insectes terrestres; en effet, il y a des espèces carnassières (Carabides), animaux très attachés au sol, qu'on rencontre également dans l'Indo-Chine, sur la péninsule et dans les îles de Sumatra et Java. A cet égard, rien n'est plus saisissant que la présence, sur ces différentes terres, des Mormolyces, Insectes des plus singuliers qui se tiennent d'une façon permanente cachés sous les écorces. Des Buprestes, des Capricornes et bien d'autres formes qui comptent parmi les plus remarquables ont une aire géographique analogue.

» Les Poissons des eaux douces, dont je tirais un précieux indice dès l'année 1878, ayant été plus étudiés dans les années suivantes, fournissent maintenant un plus gros cortège de preuves. Ce sont aussi des Batraciens

---

(¹) A l'égard des végétaux, j'ai relevé tout d'abord les indications données par M. Pierre, directeur du Jardin botanique de Saïgon, dans la *Flore forestière de la Cochinchine*. Ensuite M. Franchet, botaniste attaché au Muséum d'Histoire naturelle, a dressé à mon intention la liste des espèces végétales absolument reconnues comme étant communes au continent et aux îles de la Sonde. Sa liste comprenant des centaines d'espèces défie une énumération.

A l'égard des animaux, si mes études personnelles ont été poursuivies avec une persistance extrême, j'ai encore invoqué l'autorité de tous les zoologistes pouvant posséder quelques informations certaines.

et des Reptiles (Sauriens et Ophidiens) qui habitent les différentes terres de la Malaisie.

» On n'ose trop invoquer le témoignage des Oiseaux, chacun demeurant frappé de la puissance de locomotion de la plupart de ces créatures; et pourtant des espèces sédentaires mériteraient-elles d'être considérées.

» Les Mammifères n'ont aucune aptitude à traverser un bras de mer, et peu d'entre eux pourraient avoir été transportés par les hommes et être revenus à l'état sauvage. Ils sont en quantité, les Mammifères répandus à la fois sur une partie du continent et sur les îles malaises, tels divers représentants de la famille des Écureuils, tel un Porc-Épic, nombre de *Carnivores, Félides, Viverrides, Mustélides;* plusieurs Singes : Gibbons et Semnopithèques.

» Ainsi, l'examen d'une flore et d'une faune nous fait voir le temps où Malacca, Sumatra, Java, Bornéo et les petites îles voisines n'étaient qu'une seule terre formant à l'orient de l'Asie la partie du continent la plus avancée vers le sud. Par l'étude des formes de la vie, nous apprenons que, pendant l'âge moderne de la Terre, des actions volcaniques ont brisé une vaste terre dont les fragments demeurent l'étroite et longue péninsule de Malacca et les îles de la Sonde. L'événement du Krakatoa, qui s'est accompli de nos jours, semble la démonstration des phénomènes qui ont bouleversé la même région du globe à une époque antérieure. Il ne paraît pas moins garantir la sûreté des informations que l'on tire de l'Histoire naturelle. »

PALÉONTOLOGIE. — *Le* Dryopithecus. Note de M. Albert Gaudry.

« Le *Dryopithecus* est le seul Singe anthropomorphe fossile qu'on ait comparé avec l'homme. Le miocène de Sansan a fourni un anthropomorphe, le *Pliopithecus;* mais ce Singe est si petit que personne n'a eu la pensée d'un rapprochement avec l'espèce humaine.

» La découverte de la mâchoire inférieure du *Dryopithecus,* faite dans le miocène moyen de Saint-Gaudens par Fontan et annoncée par Édouard Lartet à l'Académie en 1856, a eu un grand retentissement. Ses molaires ont la même dimension que chez l'homme. On a cru remarquer que la canine, au lieu d'être proclive comme chez les Singes, avait une position droite qui devait entraîner une semblable position des incisives, et on en a conclu que la face avait un notable raccourcissement : *sous ce rapport,* a dit M. Lartet, *le* Dryopithecus *se rapprochait beaucoup du type nègre.*

» On vient de trouver à Saint-Gaudens une seconde mâchoire inférieure de *Dryopithecus;* elle appartient à M. Félix Regnault, de Toulouse, connu déjà par plusieurs importantes découvertes paléontologiques. M. Félix Regnault m'a prié de l'étudier. J'ai été surpris en la recevant; car, bien qu'elle appartienne à la même espèce que l'échantillon de 1856, elle conduit à des conclusions très différentes. Nos Confrères, MM. de Quatrefages et Hamy, ont bien voulu me communiquer les mâchoires humaines du Muséum qui passent pour avoir les tendances les plus bestiales. Je mets sous les yeux de l'Académie l'une d'elles, la mâchoire de la Vénus hottentote, et je place à côté la pièce envoyée par M. Regnault. Chacun peut voir combien la mâchoire fossile diffère de la mâchoire humaine.

» Ce qu'on remarque tout d'abord dans la nouvelle mâchoire inférieure du *Dryopithecus*, c'est son allongement qui, nécessairement, coïncidait avec l'allongement de la mâchoire supérieure et, par conséquent, de la face. La face devait être aussi proéminente que celle du Gorille, plus proéminente que celle de l'Orang-Outang, du Chimpanzé, beaucoup plus proéminente que celle de la Vénus hottentote [1].

» Une seconde différence qui me frappe encore davantage est celle de la place laissée à la langue. C'est quelque chose assurément d'avoir une belle figure, mais il y a pour nous quelque chose de plus important, c'est d'avoir la puissance d'exprimer nos pensées par la parole. La comparaison de la mâchoire du *Dryopithecus* avec celle des autres grands singes et de l'homme me semble fournir un commencement d'indication pour ce qu'on pourrait appeler l'*histoire de la langue*.

» La langue humaine peut s'étendre beaucoup en largeur, parce que la mâchoire inférieure, en forme d'arc, laisse un grand espace entre les rangées des arrière-molaires; elle s'étend aussi beaucoup en longueur, parce que la paroi du menton est très amincie; elle l'est quelquefois à un tel point qu'elle est translucide au-dessous des incisives; en outre, dans les races élevées, sa partie inférieure se porte en avant, formant un bombement très caractérisé dans la partie où s'insère le muscle nommé la *houppe du menton*. Comme chacun peut le constater sur soi-même, l'extrémité antérieure de la langue est habituellement courbée en bas, de sorte

---

(1) Voici quelques chiffres : le râtelier de la nouvelle mâchoire du *Dryopithecus* a $0^m,071$ de long sur $0^m,040$ de large; celui du Gorille a $0^m,100$ sur $0^m,060$; celui de l'Orang-Outang, $0^m,085$ sur $0^m,059$; celui du Chimpanzé, $0^m,070$ sur $0^m,052$; celui de la Vénus hottentote, $0^m,055$ sur $0^m,056$. Ce dernier n'est donc pas plus long que large.

que l'avance de la partie inférieure du menton sert à lui laisser plus de place.

» Souvent, dans les mâchoires des races humaines les moins élevées dites *prognathes*, comme par exemple dans celle de la Vénus hottentote, le menton laisse un peu moins de place pour les mouvements de la partie antérieure de la langue et l'espace entre les arrière-molaires est un peu moins large; mais la différence n'est pas très grande.

» Chez le Chimpanzé, le bas du menton est porté en arrière; en outre, le râtelier cesse de former l'arc, les deux rangées de molaires deviennent parallèles. La langue a donc moins de place pour s'allonger en avant, pour s'élargir en arrière.

» Chez l'Orang-Outang et le Gibbon, il y a proportionnellement moins d'intervalle que chez le Chimpanzé entre les mandibules; la langue est donc forcément encore plus étroite.

» Chez le Gorille, il en est de même. En outre, le menton s'est beaucoup épaissi et porté en arrière; le bas de la symphyse se prolonge jusqu'à l'aplomb des premières arrière-molaires. Ainsi la langue a moins de place en avant que dans l'Orang-Outang et surtout dans le Chimpanzé.

» Chez le *Dryopithecus*, l'intervalle entre les mandibules était aussi resserré que chez le Gorille; par conséquent la langue était aussi étroite; les os du menton étaient encore plus épaissis; leur paroi postérieure restait sur un plan élevé jusqu'à l'aplomb des arrière-molaires, de sorte que la langue avait encore moins de place en avant. Je ne vois quelque chose d'analogue que dans les Singes non anthropomorphes, tels que ceux du groupe des Macaques. M. Sauvinet, qui est chargé, sous l'habile direction de notre Confrère M. Milne-Edwards, de la ménagerie du Muséum, a bien voulu me mettre à même d'étudier quelques-uns de ces Singes. J'ai remarqué avec lui que les Macaques, les Magots avaient la langue étroite, très épaisse en arrière, mince en avant; même en tenant compte de la mauvaise volonté que ces animaux mettaient à montrer leur langue, il nous a semblé qu'ils ne la tiraient pas aussi loin ni avec autant de souplesse que les hommes; cet instrument a chez eux des mouvements bien plus bornés. Il devait en être de même chez le *Dryopithecus*. Certainement, ce n'est pas lui qui nous éclairera sur l'origine de la parole.

» Il existe encore plusieurs autres différences entre la mâchoire du *Dryopithecus* et les mâchoires humaines. Je les exposerai dans un travail accompagné de figures que je prépare pour la Société géologique de France.

J'y signalerai en même temps les différences qui séparent notre fossile des Singes anthropomorphes vivants.

» En résumé, le *Dryopithecus*, à en juger par ce que nous en possédons, non seulement est éloigné de l'homme, mais encore est inférieur à plusieurs Singes actuels. Comme c'est le plus élevé des grands Singes fossiles, nous devons reconnaître que jusqu'à présent la Paléontologie n'a pas fourni d'intermédiaire entre l'homme et les animaux. »

M. A. **Milne-Edwards**, à la suite de la Communication de M. Gaudry, ajoute que la mâchoire du *Dryopithecus* lui paraît provenir d'un Singe beaucoup plus rapproché du Gorille que de l'Orang-Outang ou de tout autre Anthropomorphe. Le développement de la symphyse du menton indique un prognathisme considérable de la face, autorisant à supposer que l'attitude ordinaire de l'animal était plutôt quadrupède que bipède.

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Contribution à l'étude chimique de la Truffe.* Note de M. **Ad. Chatin.**

« La composition chimique de la Truffe, intéressante à titres divers, fut l'objet des recherches de Bouillon-Lagrange, de Parmentier, de Vergnes, de Gueymard, de Payen et de Jules Lefort. De l'ensemble de ces recherches, de celles surtout, de beaucoup plus complètes, de Payen et de Lefort, il ressort que la Truffe, riche en matières azotées ou protéiques, contient, en même temps que des matériaux plastiques, des aliments respiratoires (corps gras, mannite, etc.), ainsi que diverses matières minérales, phosphates, sulfates et chlorures de fer, alcalins et terreux.

» La détermination des principes immédiats pouvait être regardée comme suffisante, mais il n'en était pas de même des éléments minéraux, qui n'avaient été l'objet que d'indications qualitatives sommaires et incomplètes.

» J'arrêtai, dès 1868, époque de mes premières études sur la Truffe, un plan d'études analytiques dans lesquelles seraient fixés : le poids absolu de l'azote, sa proportion avec l'ensemble des matières organiques, le poids des cendres et le dosage de chacun des éléments minéraux qui entrent dans leur composition.

» Les recherches devaient se succéder dans l'ordre suivant :

» A. Établir le poids de la matière sèche de la Truffe.

» B. Déterminer dans la matière sèche :

» 1° Le poids de l'azote (permettant indirectement de remonter au poids des matières albuminoïdes, sous réserve de traces d'azote provenant du nitrate);

» 2° Le poids des matières organiques (et volatiles) sans l'azote;

» 3° Le poids des cendres.

» C. Faire l'analyse quantitative de chacun des composés minéraux des cendres.

» L'analyse de la terre des truffières devait, autant que possible, être faite parallèlement à celle des Truffes de même provenance.

» Pour des motifs tout spéciaux (1), mon bien regretté ami M. Hervé-Mangon, alors professeur à l'École des Ponts et Chaussées et directeur du laboratoire de Chimie, voulut bien se charger de commencer la mise à exécution de mon projet par l'analyse de lots de Truffes que j'avais reçus de Cahors et de Nérac (ce dernier en trop petite quantité pour une analyse complète), tous deux non accompagnés, le premier surtout, d'échantillons de terre. Je rappelle d'abord les résultats de ces deux analyses.

» Truffes de Cahors. — Elles donnèrent, sur 100 parties :

Eau	76,60
Matière sèche	23,40
	100,00

» La matière sèche était formée de :

Azote (2)	7,16
Produits combustibles ou volatils, sans l'azote	86,75
Cendres	6,09
	100,00

(1) Candidat à l'Académie des Sciences dans la Section de Botanique, je devais ne pas fournir de nouveaux arguments à ceux des Botanistes qui me renvoyaient à la Section de Chimie, où, disaient-ils, mes découvertes de l'iode dans les eaux douces, les terres et leurs produits, l'air lui-même, m'assuraient bon accueil.

(2) On trouve que les 7,16 d'azote reviennent à 1,68 pour la Truffe fraîche.

» La composition des cendres était la suivante :

Chaux	8,26
Magnésie	7,63
Potasse	28,34
Soude	6,30
Acide phosphorique	27,40
Acide sulfurique	2,52
Acide carbonique et pertes	19,55
	100,00

» Truffes de Nérac. — Vu la petite quantité de Truffes (38^{gr}), on ne dosa, dans les cendres, que trois des éléments choisis parmi les plus importants, savoir : l'acide phosphorique, la chaux et la potasse, dont la proportion, rapportée à 100, fut trouvée de :

Acide phosphorique	33,50
Chaux	8,30
Potasse	25,00

» L'intérêt spécial de l'analyse des Truffes de Nérac est que, provenant d'une terre *arénacée* très pauvre en acide phosphorique et en chaux [1], elles ont été trouvées, tant en chaux qu'en acide phosphorique, au-dessus de la moyenne constatée chez des Truffes venues en terrains notablement phosphatés et calcaires.

» Postérieurement à ces analyses faites par M. Hervé-Mangon, datant de 1868-1869, et plus spécialement de 1874 à 1880, j'ai effectué les suivantes :

» Terre et Truffes de Savignac-les-Églises (Dordogne). — 1° *Terre* — Elle a fourni à l'analyse :

Azote	0,05
Acide phosphorique	0,14
Acide sulfurique	2,00
Chlore et iode	0,19
Chaux	7,45
Magnésie	0,44
A reporter	10,27

[1] Dans le peu de terre mêlée aux Truffes, je n'avais dosé que 0,03 d'acide phosphorique et 0,65 pour 100 de chaux, limite minimum assurément compatible avec le développement des Truffes.

Report....	10,27
Potasse	0,92
Soude	0,18
Peroxyde de fer	4,10
Alumine	9,20
Oxyde de manganèse	traces
Matières organiques, sans l'azote	8,03
Silice	58,00
Acide carbonique et pertes	9,20
	100,00

» 2° *Truffes*. — Elles étaient formées de :

Eau	77,00
Matière sèche	23,00
	100,00

» La matière sèche a donné :

Azote	3,98
Matières organiques et volatiles, sans l'azote	90,40
Cendres	5,62
	100,00

» La composition des cendres est la suivante :

Acide phosphorique	21,65
Acide sulfurique	3,10
Chlore et iode	0,20
Chaux	6,00
Magnésie	1,20
Potasse	17,40
Soude	1,00
Peroxyde de fer, traces d'alumine	3,80
Oxyde de manganèse	0,05
Résidu insoluble dans les acides	35,25
Acide carbonique et pertes	10,35
	100,00

» On remarque ici l'assez faible proportion de l'acide phosphorique et de la potasse par rapport à d'autres Truffes du Périgord-Quercy.

» TERRE ET TRUFFES DE SOUILLAC (LOT). — 1° *Terre*. — De couleur ocracée et peu consistante, cette terre se composait de :

Azote	0,18
Matières organiques, sans l'azote	10,10
Acide phosphorique	0,20
Acide sulfurique	2,00
Chaux	13,00
Magnésie	0,40
Potasse	1,00
Soude	0,15
Peroxyde de fer, alumine	15,12
Oxyde de manganèse	traces
Silice	45,10
Acide carbonique et pertes	12,75
	100,00

» 2° *Truffes*. — Après dessiccation, elles ont donné :

Azote	4,98
Matières organiques, sans l'azote	87,19
Cendres	7,83

Composition des cendres rapportée à 100.

Acide phosphorique	30,25
Acide sulfurique	4,65
Chlore et iode	0,20
Chaux	9,40
Magnésie	0,20
Potasse	25,15
Soude	1,10
Peroxyde de fer, alumine (traces)	3,20
Oxyde de manganèse	traces
Silice	10,00
Acide carbonique et pertes	8,85
	100,00

» La proportion de l'acide phosphorique redevient considérable : Souillac a dans son voisinage des phosphorites.

» TRUFFES DE DÉGAGNAC (LOT). — Ces Truffes étaient formées de :

Eau	79,16
Matière sèche	20,84
	100,00

» La matière sèche se composait de :

Azote	5,06
Matières organiques et volatiles, sans l'azote	85,06
Cendres (chiffre accru par terre obstinément adhérente)	9,88
	100,00

Composition des cendres rapportée à 100.

Acide phosphorique	21,17
Acide sulfurique	4,74
Chlore et iode	0,20
Chaux	6,20
Magnésie	1,32
Potasse	27,26
Soude	2,10
Peroxyde de fer	4,40
Oxyde de manganèse	traces
Silice	24,80
Acide carbonique et pertes	8,01
	100,00

» Par la proportion, assez faible, de l'acide phosphorique, les Truffes de Dégagnac se rapprochent de celles de Savignac, mais le dosage de la potasse s'y maintient élevé.

» La proportion de l'iode, appréciée par comparaison avec des liqueurs titrées et colorées, est d'environ $\frac{1}{20}$ de milligramme.

» Terre et Truffes de Chaumont (Haute-Marne). — 1° *Terre*. — Son analyse a donné :

Eau	12,40
Azote	0,43
Matières organiques, etc., autres que l'azote	8,59
Acide phosphorique	traces
Acide sulfurique	2,50
Chlore et iode	0,10
Chaux	24,24
Magnésie	0,35
Potasse	1,14
Soude	0,12
Peroxyde de fer, alumine	6,13
Oxyde de manganèse	traces
Silice	27,32
Acide carbonique et pertes	16,68
	100,00

» 2° *Truffes*. — Elles ont donné : eau, 75,74; matière sèche, 24,26. Les 24,26 de matière sèche étaient formés de : azote, 3,07; matières organiques, etc., 23,74, et cendres, 2,45 = 24,26.

Composition des cendres rapportée à 100.

Acide phosphorique	18,45
Acide sulfurique	3,94
Chlore et iode	0,35
Chaux	7,25
Magnésie	0,83
Potasse	24,00
Soude	1,00
Peroxyde de fer, albumine (traces)	4,00
Oxyde de manganèse	traces
Silice	30,25
Acide carbonique et pertes	9,83
	100,00

» Par la proportion, assez faible, de l'acide phosphorique, les Truffes de Chaumont (comme celles de Dijon) sont encore au-dessous de celles de Dégagnac et de Savignac-les-Églises. »

CHIRURGIE. — *Des pneumocèles scrotales*. Note de M. **Verneuil.**

« Le scrotum devient parfois le siège d'une tuméfaction diffuse ou circonscrite, ayant pour cause anatomique la présence de gaz infiltrés ou collectés et pour signe pathognomonique la sonorité à la percussion avec ou sans crépitation gazeuse.

» Cette affection rare, imparfaitement connue et incomplètement décrite, est dénommée *emphysème des bourses* ou *de la tunique vaginale*, appellation insuffisante pour indiquer toutes les formes du mal et que je propose de remplacer par celle de *pneumocèles scrotales*.

» Il est permis, dès aujourd'hui, d'en admettre plusieurs variétés, suivant les points occupés par les gaz, la nature chimique de ceux-ci et la manière dont ils réagissent sur les tissus qui les contiennent et sur l'économie tout entière.

» A. Les gaz se trouvent soit dans le tissu conjonctif qui double la peau ou sépare les tuniques scrotales, soit dans la cavité de la tunique vaginale.

Dans le premier cas, il y a *pneumocèle sous-cutanée;* dans le second, *pneumocèle vaginale* ou *séreuse*. Les deux variétés peuvent coexister.

» B. Les gaz épanchés sont chimiquement très différents. Bien que sur ce point les recherches exactes soient encore peu nombreuses, on a déjà constaté la présence de plusieurs gaz associés. Ici encore on connaît deux variétés : dans la première, le mélange gazeux renferme exclusivement les éléments de l'air atmosphérique : oxygène, azote, acide carbonique, mais dans des proportions variables d'un moment à l'autre et ne rappelant nullement celles de l'air normal : c'est la *pneumocèle aérienne*.

» Dans la seconde, outre les gaz aériens qui persistent peut-être, on a déjà trouvé les gaz intestinaux et ces gaz d'une extrême puanteur que l'on rencontre dans certaines formes de gangrène et dans les abcès fétides. J'ai le regret de n'avoir pas analysé chimiquement les produits gazeux qui remplissaient la tunique vaginale dans deux cas de pneumo-hématocèle; mais, en revanche, deux fois déjà, avec le concours de mes élèves, MM. Clado et Beretta, j'ai fait l'examen histologique et bactériologique des liquides avec lesquels ces gaz putrides étaient mélangés, et comme, ce qu'il était d'ailleurs facile de prévoir, les microbes s'y rencontraient en grande quantité, on pourrait donner à cette seconde variété le nom de *pneumocèle bactérienne*.

» C. La troisième division intéresse fort le chirurgien en raison des effets que produisent, sur les tissus qui les recèlent, les gaz de la pneumocèle aérienne et de la pneumocèle bactérienne. Or, et conformément à ce que l'on sait de l'emphysème traumatique ordinaire succédant aux blessures des voies respiratoires, les premiers gaz n'exercent aucune influence délétère sur le tissu conjonctif des bourses, ni sur la séreuse vaginale; tout au contraire, ce sont ces gaz intrus qui souffrent du contact, puisqu'ils sont d'abord modifiés, puis finalement absorbés sans laisser de trace. En conséquence, on peut ajouter à la *pneumocèle aérienne* l'épithète de *bénigne*.

» Il en est autrement pour les gaz putrides chargés de microbes. Doués de propriétés phlogogènes et nécrogènes énergiques, sans préjudice de leurs qualités pyrogènes, ils provoquent localement une inflammation de mauvaise nature, à marche rapide et envahissante, avec œdème et tendance à la gangrène plus encore qu'à la suppuration, le tout accompagné des symptômes généraux d'une septicémie intense pouvant amener la mort, faute d'un traitement énergique, et parfois même en dépit de celui-ci, ce qui autorise à qualifier de *maligne* ou *septique* la *pneumocèle bactérienne*.

» En somme, deux formes principales :

» 1° La pneumocèle scrotale aérienne bénigne, quel que soit son siège sous-cutané ou vaginal;

» 2° La pneumocèle scrotale bactérienne maligne, qu'elle occupe les espaces conjonctifs ou la séreuse péri-testiculaire.

» *Étiologie et pathogénie.* — Les pneumocèles scrotales ne sont jamais idiopathiques; toujours elles sont précédées par une lésion qui siège dans le scrotum lui-même ou dans une région plus ou moins distante. Dans le premier cas, il faut rechercher comment les gaz se sont développés *in situ*. Dans le second, comment, de leur foyer primitif, ils sont parvenus jusqu'aux bourses.

» Les lésions locales préexistantes, signalées jusqu'à ce jour, sont : 1° les plaies du scrotum, dans lesquelles l'air atmosphérique a été volontairement introduit dans le tissu cellulaire ou dans la tunique vaginale; 2° les hydrocèles ou les hématocèles, dans lesquelles l'apparition des gaz paraît spontanée ou succède à une ponction faite au trocart.

» Les lésions à distance sont, par ordre de fréquence : 1° les blessures ouvertes ou profondes intéressant les voies aériennes et les cavités adjacentes de la tête et du cou; 2° les blessures qui intéressent l'intestin dans l'abdomen, dans la région ano-rectale ou dans les régions à hernie; 3° les plaies, quel qu'en soit le siège, se compliquant d'emphysème aérien ou bactérien dont les gaz peuvent s'infiltrer jusqu'au scrotum; 4° les phlegmons de toute nature, urinaires, stercoraux ou autres, siégeant à proximité de l'appareil génital de l'homme.

» *Symptomatologie* réduite à des phénomènes locaux sans importance dans la pneumocèle aérienne, soit sous-cutanée, soit vaginale; semblable, au contraire, à celle des phlegmons, des œdèmes inflammatoires graves, voire même de la gangrène gazeuse, dans la pneumocèle bactérienne.

» *Diagnostic* fort simple dans les deux formes, la seule difficulté consistant parfois à reconnaître la provenance ou le point de départ des gaz.

» *Pronostic* très bénin ou fort grave, suivant la nature chimique ou bactériologique des gaz.

» *Traitement* nul dans la pneumocèle aérienne, ou borné à de simples ponctions. Devant être au contraire, dans la forme bactérienne, non seulement aussi précoce que possible, mais surtout fort énergique, exigeant pour le moins les très larges incisions, le plus souvent, les résections scrotales, et même la castration, dans les cas de pneumo-hématocèles anciennes et compliquées.

» Les livres classiques et les monographies les plus récentes renfermant fort peu de renseignements sur les tumeurs gazeuses du scrotum (¹), j'ai dû tracer la courte Notice qui précède avec mes observations personnelles, lesquelles m'ont permis non seulement de confirmer les données acquises, mais encore de signaler des variétés nouvelles. Je laisserai ici de côté ce que tout le monde a vu, c'est-à-dire l'emphysème aérien sous-cutané vulgaire et les infiltrations gazeuses occupant le même siège et provenant de phlegmons stercoraux ou urinaires, et me contenterai de fournir des exemples concluants de pneumocèle vaginale aérienne et de pneumocèle vaginale bactérienne.

» *Pneumocèle vaginale aérienne.* — Voici le seul cas que j'ai observé : homme, 54 ans, robuste et bien portant; le 22 décembre 1889, fracture de trois côtes; dès le lendemain, emphysème sous-cutané considérable, qui gagne les bourses le troisième jour et leur donne un volume énorme, plus de 25^{cm} de diamètre transversal. Au bout de quinze jours, l'infiltration gazeuse du corps a beaucoup diminué; mais le scrotum reste encore très volumineux et crépitant à la pression, pendant au moins vingt jours : le gaz sous-cutané disparaît alors. Cependant les bourses sont encore doublées de volume et sembleraient le siège d'une hydrocèle ordinaire bilatérale, si la consistance mollasse, la légèreté et la sonorité ne démontraient clairement que les collections gazeuses siègent dans les tuniques vaginales séparément distendues.

» L'état restant stationnaire, je fais au cinquante-troisième jour, avec les précautions nécessaires, une double ponction pour recueillir soigneusement les gaz et en étudier la composition chimique. Sur ce dernier point, où je dois avouer mon incompétence, je dois la Note suivante à l'obligeance de M. le Dr Hardy, chef des travaux chimiques à la Faculté de Médecine :

Gaz de la tunique vaginale droite.

Volume en centimètres cubes	55,5
Acide carbonique	0,5
Oxygène	0,4
Azote	54,6

» D'où ressort qu'au bout d'un certain temps, l'oxygène disparaît et l'azote seul persiste, résultat qui concorde avec ce qu'on trouve indiqué déjà dans le livre de Demarquay. (*Essai de Pneumatologie*; in-8°. Paris, 1866.)

» *Pneumocèle vaginale bactérienne.* — Les deux observations que j'en possède semblent calquées l'une sur l'autre : en effet, il s'agissait dans les deux cas d'hommes

(¹) Voir Demarquay, Ouvrage cité, *passim*; — Monod et Terrillon, *Maladies du testicule*, p. 267, 1889; — Reclus, article *Hématocèle* du Dictionnaire encyclopédique de Dechambre, p. 18.

vigoureux, de 59 et 60 ans, atteints depuis de longues années d'hématocèle unilatérale, bien caractérisée, indolente, stationnaire et ne gênant nullement, lorsqu'un beau jour, sans cause manifeste, les tumeurs s'accrurent rapidement, envahies par un travail inflammatoire subaigu d'abord, puis intense, jusqu'à provoquer les symptômes d'une septicémie sérieuse.

» Dans les deux cas, sans qu'on puisse invoquer comme cause ni violence, ni blessure, ni ponction, nous constatâmes, non sans surprise, que les tumeurs tendues et rénitentes rendaient à la percussion un son tympanite très prononcé.

» L'indication étant à la fois précise et pressante, de larges incisions dans un cas et la castration dans l'autre furent pratiquées; or, les deux poches hématiques renfermaient des gaz et des liquides d'une fétidité insupportable. L'analyse chimique, et je le regrette beaucoup, ne fut pas faite, mais seulement les examens histologique et bactériologiqne. Voici la Note que m'a remise mon élève, M. Beretta, qui me prête le concours le plus précieux dans les recherches de ce genre.

» *Examen microscopique.* — Dans un liquide brun rougeâtre, épais, fétide, on trouve, entre de grosses masses fibrineuses, des hématies fort abondantes pour la plupart altérées, de rares leucocytes, des cellules plates déformées et de nombreux cristaux d'hématoïdine et surtout de cholestérine.

» *Examen bactériologique.* — Dans un cas, micrococques rares et, par contre, bactéries très nombreuses. Dans l'autre, la proportion est inverse. Les microbes sphériques prédominent, sans présenter toutefois de groupements particuliers, tandis que les bactéries sont relativement clairsemées.

» Dans les deux cas, les bâtonnets sont très mobiles, isolés, arrondis aux extrémités, parfois même un peu renflés; il en existe deux variétés : les longs qui mesurent environ 20μ, les courts 6μ à 7μ. Bactéries et micrococques sont libres dans le liquide et non incorporés dans les globules sanguins; on les trouve toutefois dans les parois de la poche de l'hématocèle. Ces microbes, et surtout les bâtonnets courts, se reproduisent en abondance dans les cultures sur agar-agar et sur gélatine.

» Chez nos deux malades, l'opération a fait cesser assez promptement les accidents locaux et généraux; mais ce qui atteste la gravité de la pneumocèle bactérienne, c'est que les opérés, depuis longtemps hors de danger sans doute, sont encore dans un état de langueur et d'affaiblissement qui rappelle la convalescence des maladies infectieuses.

» Inutile de dire que l'aggravation soudaine de l'hématocèle vaginale, affection bénigne et lente à l'ordinaire, est uniquement due à l'invasion microbienne, ce facteur si important et encore si peu étudié des évolutions et des métamorphoses pathologiques. »

MÉMOIRES LUS.

PATHOLOGIE. — *Sur l'anatomie et la physiologie pathologiques de la rétention d'urine.* Note de M. F. Guyon.

« L'accumulation de l'urine dans la vessie détermine, dans tout l'appareil urinaire, des lésions qui en modifient les fonctions et le rendent accessible à des influences auxquelles il peut, dans d'autres conditions, rester indifférent. Dans une précédente Note, nous avons montré à quel point la rétention favorise l'invasion microbienne. Nous désirons aujourd'hui en indiquer les effets immédiats et éloignés, rechercher le mécanisme de leur production.

» La clinique nous a fourni, depuis longtemps, des renseignements très significatifs. Nous les avons contrôlés et complétés par une série d'expériences, faites avec le concours de M. Albarran.

» Quelles qu'en soient les causes, la forme et la durée, la rétention évolue à l'état aseptique et sans fièvre. Ce n'est qu'après une intervention septique, ou chez des sujets préalablement infectés, que la fièvre survient. L'étude des rétentions chroniques incomplètes nous a servi à établir ces faits importants. Chez les sujets dont l'urine ne contient pas de micro-organismes et ne cultive pas, il n'y a aucune élévation de température. Chez ceux qui présentent des conditions contraires, la fièvre survient et ne cesse que par l'évacuation répétée ou continue.

» L'expérimentation ne permet d'étudier que la rétention aiguë, mais elle est confirmative. Seuls les animaux dont nous avions infecté la vessie avant de lier la verge ont eu une température élevée. Lorsque la fièvre est survenue sans qu'une injection septique eût été pratiquée, nous avons constaté la présence d'organismes pathogènes. Lorsque la ligature a été levée à temps, la fièvre s'est éteinte et l'animal est revenu à la santé.

» Chez l'homme, toute rétention s'accompagne de polyurie. Cela s'observe surtout dans les rétentions incomplètes avec distension, mais aussi dans les rétentions aiguës sans lésions rénales, par exemple chez de jeunes sujets atteints d'abcès chauds de la prostate. La polyurie s'établit ou s'exagère, sous la seule influence de la réplétion de la vessie. Chez les animaux, nous l'avons vérifié en faisant à la vessie des ponctions successives.

» La congestion de tout l'appareil urinaire est encore une des conséquences de la rétention. Chez l'homme, dans les rétentions aiguës quelque

peu prolongées, l'urine est souvent colorée en brun ou en rouge. Dans les rétentions chroniques avec distension, l'évacuation complète et rapide provoque presque infailliblement une hématurie. On peut constater, dans les rétentions complètes aiguës, l'augmentation congestive de la prostate et du rein. Le volume de ces organes, d'abord accru, diminue sous l'action répétée du cathétérisme. Dans certains cas où la rétention est productrice d'hématurie, l'évacuation seule permet de s'en rendre maître.

» Chez les animaux, nous avons pu déterminer la congestion de la vessie, des reins, des bassinets, des uretères et de la prostate. La vessie et les reins sont surtout modifiés. Il y a non seulement stase dans les vaisseaux, mais des hémorragies interstitielles et cavitaires se produisent. La couche musculaire de la vessie est dissociée par l'épanchement sanguin, son épithélium soulevé se détache par places, ce qui permet à l'absorption de s'exercer; les vaisseaux gorgés de sang dessinent des réseaux d'une merveilleuse richesse; de grandes plaques ecchymotiques complètent la teinte écarlate de la surface interne; l'urine est mélangée de sang. Les reins sont augmentés d'un sixième environ et présentent d'importantes modifications de texture. La congestion aboutit à l'hémorragie, le sang extravasé se répand entre les tubes et pénètre dans leur intérieur, ce qui détermine la chute mécanique de l'épithélium. On trouve, dans les urines, des cylindres épithéliaux ou hématiques. Dans les rétentions de longue durée, on observe une ectasie avec aplatissement et état granuleux de l'épithélium des canalicules du rein. Les fonctions sont troublées.

» Déjà nous avons vu la polyurie accompagner la rétention et se manifester surtout dans les rétentions incomplètes. Lorsque la vessie subit sans aucune détente une tension excessive, nous avons constaté chez les animaux l'amoindrissement de la sécrétion. Chez eux encore, les analyses démontrent la diminution de l'urée. Le taux est surtout abaissé dans l'urine des uretères, c'est-à-dire dans l'urine sécrétée la dernière.

» Le rein est, de plus, directement menacé. A l'état normal, le courant urétéro-rénal le protège. Il l'isole de la vessie, grâce à sa continuité et aux renforcements que lui imprime la contraction de la couche musculaire des uretères. Cette irrigation préservatrice est amoindrie, puis supprimée lorsque la rétention se prolonge. La différence de composition chimique des urines de l'uretère et de la vessie le montre déjà. Dans l'hématurie vésicale, l'urine des uretères reste limpide, alors que celle de la vessie est fortement colorée. L'urine de la vessie ne reflue donc pas dans les uretères. Lorsque la stase est établie, l'ascension de particules inertes ou des micro-organismes devient néanmoins facile dans ce milieu mort, où les

courants normaux de l'uretère et de la vessie sont suspendus. Au lieu d'être rejetés à l'extérieur ou de demeurer cantonnés dans la vessie, ils atteignent le rein. La poudre de charbon et les microbes introduits dans la vessie distendue remontent jusqu'à lui. Les particules inertes n'arrivent que tardivement et en très petite quantité dans les bassinets, sans le dépasser; les micro-organismes envahissent avec rapidité et en nombre considérable l'appareil rénal tout entier.

» La stase de l'urine est d'autant plus complète que la contractilité de la vessie et des uretères est bientôt abolie par la distension. Nos expériences montrent que la vessie perd la première son pouvoir contractile; l'uretère subit bientôt le même sort. Lorsque la rétention date de vingt-quatre heures, la contractilité urétérale peut être récupérée par la simple évacuation d'une partie du contenu de la vessie ou par l'électrisation. Elle reparaît ensuite dans la vessie elle-même. Si la rétention a été prolongée, rien ne la fait renaître.

» Ce phénomène est, en effet, sous la dépendance immédiate de la tension intra-vésicale et subordonné à son degré. Il est facile de se rendre compte qu'il en est de même pour la polyurie et la congestion; les lésions anatomiques et les troubles physiologiques sont en rapport direct avec l'intensité et le degré de la tension. Tout le démontre, aussi bien dans l'état aigu provoqué par l'expérimentation, que dans les cas chroniques que l'observation permet de suivre.

» C'est donc sous l'influence d'un mécanisme identique que se produisent les lésions et les troubles fonctionnels consécutifs à la rétention. La tension, qui d'abord est seulement vésicale, devient urétérale et rénale. Lorsque la vessie a été remplie au maximum, les uretères, les bassinets et les canalicules rénaux eux-mêmes font à leur tour réservoir; ils donnent place à l'urine qui continue à être sécrétée, mais ne reçoivent pas le trop-plein de la vessie. Nos expériences prouvent qu'il n'y a pas reflux dans la rétention aiguë. Cela est d'accord avec une constatation anatomique déjà faite par Hallé dans les cas chroniques : cet auteur a montré que la portion vésicale des uretères ne participe pas à la dilatation énorme qu'ils subissent au delà de la vessie.

» Des actes très distincts se succèdent dans la rétention. La vessie entre d'abord en scène; elle n'y reste seule que si la tension n'est ni exagérée ni prolongée. Aussi les conséquences prochaines et éloignées de la retenue de l'urine seront-elles fort différentes, selon que l'on interviendra alors que la vessie souffre seule ou que l'appareil urinaire supérieur est atteint à son tour et mis en état de réceptivité. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. **Duroy de Bruignac** adresse une Note intitulée : « Remarques sur le *zéro absolu* de température ».

(Commissaires : MM. Cornu, Sarrau, Lippmann.)

M. **V. Poulet** adresse une Note relative au microbe de l'*influenza*.

(Commissaires : MM. Charcot, Duclaux.)

M. **R. Dezeimeris** adresse un Mémoire traitant « d'une cause de dépérissement de la vigne et des moyens d'y porter remède ».

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Le « Cours d'Algèbre supérieure de M. *Ch. de Comberousse*, 2e édition; Ire et IIe Partie » (IIIe et IVe Volume du « Cours de Mathématiques »);
2° La « Revue scientifique du Bourbonnais et du Centre de la France », publiée sous la direction de M. *Ernest Olivier;* 2e année, 1889 (présentée par M. A. Gaudry).

M. **Ph. Gilbert**, nommé Correspondant pour la Section de Mécanique, adresse ses remerciements à l'Académie.

M. **Eug. Rouché** prie l'Académie de vouloir bien le comprendre parmi les candidats à la place d'Académicien libre, actuellement vacante.

M. **Bouquet de la Grye** fait hommage à l'Académie, pour la Bibliothèque de l'Institut, des Cartes suivantes, publiées pendant le mois de décembre 1889 par le Service hydrographique de la Marine :

4277. Rade des Dunes (Angleterre).
4279. Havre de Cork (Irlande).
4300. Vues d'atterrages de la Manche.
4355. Port de Bergen (Norvège).

GÉOMÉTRIE. — *Transformations en Géométrie cinématique;* par M. A. Mannheim.

« Un mode de transformation peut s'appliquer, soit à des propriétés, soit à des constructions, soit à des formules. Dans mes Communications des 3 et 10 février, j'ai montré comment on peut transformer les propriétés des trajectoires des points d'une droite; je viens montrer aujourd'hui, comme exemple, l'application de mon mode de transformation à la transformation d'une construction et à celle d'une formule.

» Faisons d'abord remarquer que, bien qu'il soit évident que lorsque l'on donne les trajectoires de deux points d'une droite le déplacement de cette droite est bien déterminé et que, par suite, la connaissance des éléments des deux trajectoires données doit entraîner celle des éléments analogues pour les autres trajectoires décrites, on n'avait pas encore de solution pour des problèmes de ce genre. Ainsi j'ai, le premier, en 1870, fait connaître la construction importante qui permet de déterminer l'axe de courbure de la trajectoire d'un point quelconque d'une droite mobile lorsqu'on a les axes de courbure de deux points de cette droite.

» C'est d'abord cette construction que je vais transformer. Il est sans doute inutile de dire que l'on n'a jamais donné de mode de transformation applicable aux constructions de la Géométrie cinématique, pas plus qu'on n'en avait donné pour la transformation des propriétés du genre de celles dont j'ai parlé dans mes dernières Communications. Rappelons la construction dont je vais m'occuper : une droite mobile D se déplace de façon que ses points a et b décrivent des trajectoires données (a), (b).

» Les plans normaux en a et b aux trajectoires de ces points se coupent suivant la droite Δ_1 conjuguée de D. Sur le plan normal en a à (a), il y a la droite Δ_1 et l'axe de courbure Γ de (a). Ces deux droites se coupent en r. La droite at, perpendiculaire en t à Δ_1, rencontre Γ en i. On prend un

point k tel que

$$\frac{1}{tk} = \frac{1}{ti} - \frac{1}{ta}.$$

» On joint le point k au point r par la droite K, et suivant cette droite on mène un plan (K) perpendiculaire au plan normal en a à (a).

» *Pour chacun des points de* D, *on a un plan tel que* (K) : *tous ces plans se coupent suivant une même droite* Δ_2.

» Cette droite Δ_2 est déterminée par l'intersection des plans tels que (K) relatifs aux trajectoires données (a), (b). Sa projection sur le plan normal à la trajectoire d'un point quelconque de D permet, par une construction inverse de la précédente, de déterminer l'axe de courbure relatif à ce point. Telle est la construction à transformer. Remplaçons D par une file de sphères, et supposons tout de suite que D soit rejeté à l'infini. On a alors [1] *un dièdre mobile de grandeur invariable, dont les faces touchent respectivement deux surfaces développables données. Pour une position du dièdre, on connaît les axes de courbure des deux surfaces développables; il s'agit de déterminer l'axe de courbure de l'enveloppe d'un plan* (P) *entraîné avec le dièdre et qui est parallèle à l'arête* G *de ce dièdre.*

» On a

$$tk = rt \operatorname{tang}(\Delta_1, k), \qquad ti = rt \operatorname{tang}(\Delta_1, \Gamma), \qquad ta = rt \operatorname{tang}(\Delta_1, ra).$$

» Portant ces valeurs dans la relation précédente, elle devient

$$\frac{1}{\operatorname{tang}(\Delta_1, k)} = \frac{1}{\operatorname{tang}(\Delta_1, \Gamma)} - \frac{1}{\operatorname{tang}(\Delta_1, ra)}.$$

» La droite Δ_1 est, dans le cas actuel, l'adjointe L_1 au plan perpendiculaire à G, la droite Γ est l'axe de courbure de la surface développable enveloppe du plan qui provient de la sphère de centre a, la droite ra [que je désigne par (H)] est perpendiculaire à ce plan, et la dernière relation peut s'écrire

$$\frac{1}{\operatorname{tang}(L_1, K)} = \frac{1}{\operatorname{tang}(L_1, \Gamma)} - \frac{1}{\operatorname{tang}(L_1, H)}.$$

Cette relation permet de construire une droite K et, par suite, comme précédemment, un plan (K). L'intersection des plans tels que (K), relatifs aux deux surfaces développables données, est la droite L_2, qui remplace Δ_2. La projection de L_2 sur le plan mené normalement à (P), sui-

[1] Je suppose connue ma précédente Communication.

vant la caractéristique de ce plan, permet, par une construction inverse de celle qui a donné L_2, d'obtenir l'axe de courbure de la développable enveloppe de (P).

» Notre construction est donc transformée, et nous avons retrouvé précisément celle à laquelle j'étais arrivé jadis directement.

» Passons à la transformation d'une formule.

» Conservons les notations précédentes. Appelons D' la nouvelle position de D après son déplacement infiniment petit et Δ'_1 la conjuguée de D'. On a la formule suivante, que je n'ai pas encore publiée,

$$\frac{(\widehat{D, D'})}{(\widehat{\Delta_1, \Delta'_1})} = \frac{\sin(D, \Delta_1)}{\operatorname{tang}(\Delta_1, \Delta_2)}.$$

Pour transformer cette formule, substituons toujours une file de sphères à la droite D, afin d'arriver à un faisceau de plans de grandeur invariable. Appelons G' la position infiniment voisine de G, après un déplacement infiniment petit du faisceau, et L'_1 l'adjointe au plan perpendiculaire à G'.

» L_1 est la conjuguée de D, qui est maintenant à l'infini sur un plan perpendiculaire à G. La droite de ce plan, qui rencontre L_1 et lui est perpendiculaire, est aussi perpendiculaire à D; par suite, l'angle de L_1 et de D est égal à l'angle de L_1 et de (P).

» Appliquant alors des formules connues [1], on a

$$(\widehat{D, D'}) = \operatorname{tang}(D, L_1)(\widehat{G, G'}).$$

» Portant cette valeur dans la formule précédente et remplaçant Δ_1 par L_1 et Δ_2 par L_2, elle devient

$$\frac{(\widehat{G, G'})}{(\widehat{L_1, L'_1})} = \frac{\cos(D, L_1)}{\operatorname{tang}(L_1, L_2)};$$

comme D et G font avec L_1 des angles complémentaires, on arrive en définitive à

$$\frac{(\widehat{G, G'})}{(\widehat{L_1, L'_1})} = \frac{\sin(G, L_1)}{\operatorname{tang}(L_1, L_2)},$$

---

[1] Voir mon *Étude sur le déplacement* (*Recueil des Savants étrangers*, t. XX, p. 23, et *Journal de l'École Polytechnique*, XLIIIe Cahier, p. 76).

formule complètement analogue à celle d'où nous sommes partis. Cette analogie entre le point de départ et le point d'arrivée n'est pas un fait isolé, car on peut remarquer qu'elle existe pour tous les résultats obtenus par mon mode de transformation.

» Il n'est donc pas étonnant que j'aie pu autrefois signaler des analogies dignes d'être remarquées entre les propriétés relatives au déplacement d'une droite et celles qui concernent un faisceau mobile de grandeur invariable bien avant d'avoir trouvé un mode de transformation applicable en Géométrie cinématique. »

M. **E. Carvallo** demande l'ouverture d'un pli cacheté déposé par lui le 31 mai 1886 et inscrit sous le n° 4052. Il ajoute :

« Je prie l'Académie de vouloir bien constater que ce pli contient le résultat suivant :

» L'influence du terme de dispersion de Briot sur la double réfraction du spath d'Islande prouve que la vibration lumineuse d'un rayon polarisé rectilignement est, conformément à l'hypothèse de Fresnel et contrairement à celle de Mac Cullagh et Neumann, dans un azimut perpendiculaire au plan de polarisation [1]. »

Le pli, ouvert en séance par M. le Secrétaire perpétuel, contient une Note dont les conclusions sont bien celles qu'indique l'auteur.

SPECTROSCOPIE. — *Sur la constitution des spectres linéaires des éléments chimiques*. Note de M. **J.-R. Rydberg**, présentée par M. A. Cornu.

« Les recherches dont je résume ici les principaux résultats seront publiées en détail dans les *Svenska Vetensk.-Akad. Handlingar. Stockholm.* Elles ne s'étendent encore qu'aux éléments des groupes I, II, III du système périodique.

» Je désigne par $n = 10^8 . \lambda^{-1}$ (λ étant exprimé en unités d'Angstrom) le *nombre d'ondes* en 1^{cm} dans l'air.

» 1. *Les raies* longues *forment des raies doubles ou triples, définies par la*

---

(1) Les développements de cette démonstration font l'objet d'une thèse qui sera soutenue le 26 courant, devant la Faculté des Sciences de Paris.

propriété que la différence (ν) *des nombres d'ondes des composants correspondants est constante dans chaque élément.*

» Cette propriété, trouvée indépendamment par l'auteur, a été indiquée pour la première fois par M. Hartley chez Mg, Zn, Cd. Les éléments des groupes I et III (valence impaire) n'ont que des doublets; chez les éléments du groupe II (valence paire), on trouve des triplets; mais il y a des doublets aussi, qui suivent la même loi que les autres.

» Voici, comme exemple, les *doublets du thallium* :

λ_1...	5349,5	3528,3	3229,0	2921,3	2825,4	2710,4	2669,1	2609,4	2552,0	2517,0
ν....	7792,6	7796,6	7794,9	7785,5	7766,1	7773,9	7783,1	7781,2	7794,2	7780,7
λ_2...	3775,6	2767,1	2579,7	2380,0	2317,0	2238,7	2210,0	2169,0	2128,6	2104,8

et les *triplets du mercure* :

λ_1	5460,5	3662,9	3341,2	3021,0	2925,2	2798,5
ν_1	4633,0	4644,0	4638,0	4602,9	4644,7	4626,6
λ_2	4358,0	3130,4	2892,9	2652,2	2575,3	2477,7
ν_2	1763,4	1766,1	1776,4	1761,9	1759,0	»
λ_3	4047,0	2966,4	2751,5	2533,8	2463,7	»

» 2. *Les composants correspondants des raies doubles ou triples forment des séries dont les termes sont des fonctions des nombres entiers consécutifs. Toute série peut s'exprimer approximativement par une équation de la forme*

$$n = n_0 - \frac{N_0}{(m+\mu)^2}, \tag{1}$$

où n est le nombre d'ondes, m un nombre entier quelconque (le numéro d'ordre du terme), $N_0 = 109721,6$, constante commune à toutes les séries et à tous les éléments, n_0, μ des constantes spécifiques de la série.

» MM. Liveing et Dewar ont les premiers reconnu l'existence des séries et leur aspect différent. Il y en a trois différentes espèces : *séries nébuleuses, étroites* et *principales*. Les deux premières sont formées de raies doubles ou triples; je les nomme *première, deuxième, troisième* série nébuleuse ou étroite. Les raies de la première série de chaque espèce sont les plus fortes et les moins réfrangibles. Les séries principales ne sont encore trouvées que dans le groupe I. Elles sont doubles, mais les doublets sont d'une autre espèce, les composants se rapprochant de plus en plus à l'accroissement du numéro d'ordre des termes (*voir* n° 3). Je nomme *première série principale* la série plus forte qui est la plus réfrangible des deux. Comme exemple des séries, je citerai la série principale du lithium.

» Formule :

$$n = 43487{,}7 - \frac{109721{,}6}{(m + 0{,}9596)^2}.$$

$m.$	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.
λ obs........	6705,2	3232	2741	2561,5	2475	2425,5	2394,5	2373,5	2359
λ calc........	6704,8	3229,8	2740,5	2562,3	2475,3	2425,9	2394,9	2374,1	2359,5
Diff....	−0,4	−2,2	−0,5	+0,8	+0,3	+0,4	+0,4	+0,6	+0,5

» 3. Les séries différentes d'un élément sont liées entre elles par des relations diverses d'une manière qui montre qu'elles font partie d'un seul et même système de vibrations.

» *Les séries d'un même groupe (nébuleux ou étroit) ont la même valeur de* μ; *la différence des valeurs de* n_0 *est égale à* ν.

» *Les séries du même numéro d'ordre dans les groupes différents ont la même valeur de* n_0; *elles se distinguent par les valeurs de* μ.

» En écrivant l'équation (1) sous la forme

$$(2) \qquad \pm \frac{n}{N_0} = \frac{1}{(m_1 + \mu_1)^2} - \frac{1}{(m_2 + \mu_2)^2},$$

on trouve que, en faisant usage des mêmes constantes μ_1 et μ_2, l'équation (2) représente une série étroite ou une série principale suivant qu'on laisse varier l'un ou l'autre des nombres entiers m_1 et m_2; au nombre qui ne varie pas, il faut donner la valeur 1.

» Pour représenter avec un haut degré d'approximation le spectre connu d'un des métaux alcalins, on n'a besoin que de quatre constantes (chez Li il n'en faut que trois), la constante générale N_0 n'étant pas comptée.

» 4. *Les longueurs d'onde des raies correspondantes, de même que les valeurs des constantes* ν, n_0, μ *dans les séries correspondantes des différents éléments, sont des fonctions périodiques du poids atomique.* Voici, comme exemple, les longueurs d'onde du deuxième doublet ou triplet ($m = 2$) du groupe nébuleux :

Groupe d'éléments.	Li.	Na.	K.	Cu.	Ag.	Au.
I.....	6102	8199 8187	12330	5217,1 5152,6	{5470,0 {5464,0 5208,7	{5862,0 {5836,0 4792,0

Groupe d'éléments.	Be.	Mg.	Ca.	Zn.	Cd.	Hg.
II....	3130,3	3837,9	4455,2 4454,0	3344,4	3611,8 3609,4	3662,9 3654,4
	3130,0	3832,1	4435,3 4434,5	3301,7	3466,7 3465,2	3130,4 3124,5
		3829,2	4425,0	3281,7	3402,7	2966,4
	B.	Al.			In.	Fl.
III....	2497,0	3091,9			3257,8 3255,5	3528,3 3517,8
	2496,2	3081,2			3038,7	2767,1

» La périodicité des constantes permet de calculer par interpolation le spectre d'un élément, quand on connaît les spectres des éléments voisins du système périodique. Voici les longueurs d'onde des premiers termes des groupes étroits et nébuleux de Ga, calculées sans connaissance des raies mesurées. Valeur calculée de $\nu = 831,6$:

	Groupe nébuleux.			Groupe étroit.		
m.	1.	2.	3.	2.	3.	4.
Première série......	6663,4	2649,2	2494,3	4173,7	2737,0	2424,4
Deuxième série.....	6313,5	2878,6	2443,6	4033,7	2676,1	2379,3

» Les longueurs d'onde des seules raies mesurées sont :

Lecoq de Boisbaudran { 4170, 4031 } $\nu = 826,9$, Delachanal et Mermet { 4171, 4233 } $\nu = 820,3$.

» Les hypothèses de M. Lockyer sur la dissociation des éléments sont tout à fait incompatibles avec les résultats de ces recherches. »

ÉLECTRICITÉ. — *Oscillations électriques dans des espaces à air raréfié, sans électrodes; démonstration de la non-conductibilité du vide.* Note de M. **James Moser**, présentée par M. Lippmann.

« Dans un récent travail, M. Hertz (¹) a obtenu une réalisation expérimentale des idées de M. Heaviside et de M. Poynting sur les oscillations électriques. D'après ces idées, les oscillations électriques dans un fil pren-

(¹) *Wied. Ann.*, T. XXXVII, p. 395, Cahier de juillet 1889.

nent leur origine à sa surface, pénétrant d'autant plus à l'intérieur qu'elles sont plus lentes. Plus elles sont rapides, plus elles restent superficielles.

» M. Hertz a figuré un fil conducteur au moyen d'une sorte de cage cylindrique. A cet effet, 24 fils tendus entre deux disques métalliques représentaient la surface d'un fil cylidrique; tandis qu'au milieu une tige métallique joignant les deux centres des disques et interrompue par un micromètre à étincelles en représentait l'axe. Il a fait voir qu'une oscillation électrique induite dans ce siphon ne produit pas d'étincelles dans le micromètre placé sur l'axe.

» C'est ainsi que j'ai été conduit à l'expérience suivante, dans laquelle je me sers d'espaces raréfiés, sans aucun métal, sans électrode d'aucune sorte comme conducteurs pour les oscillations.

» On a observé souvent que des tubes à air raréfié deviennent lumineux au voisinage d'une bobine d'induction en activité. Cependant, d'après toutes les descriptions, les tubes étaient munis d'électrodes traversant le verre comme dans les tubes de Geissler, ou simplement appliquées sur la surface extérieure comme dans ceux de Gassiot. Mais je n'ai trouvé dans aucune description l'expérience qui paraît s'offrir d'elle-même et qui consiste à exciter un tube sans aucune électrode, par les décharges d'une bobine placée dans son voisinage. Pourtant, c'est l'élimination des électrodes qui simplifierait la solution de quelques problèmes de Physique.

» Dans mon expérience, j'entoure un tube raréfié et complètement scellé, de 40^{cm} de longueur et de 3^{mm} de diamètre, d'un autre tube un peu plus long et de 10^{mm} de diamètre. Ce tube extérieur est scellé d'un côté et soudé de l'autre côté à la pompe de Geissler. Le vide du tube intérieur reste invariable et devient lumineux, d'un bleu clair, sans stratification, au voisinage d'une bobine d'induction. Si maintenant on fait également le vide dans le tube enveloppe, le vide du tube intérieur restant constant, on observe ce qui suit :

» 1° Si dans le tube extérieur la pression est celle de l'atmosphère, le tube intérieur, sous l'influence d'une bobine, devient lumineux, d'un bleu clair comme toujours.

» 2° Si dans le tube extérieur la pression descend à 1^{mm} de mercure, l'air y devient conducteur et lumineux, d'une couleur rouge foncé. A ce moment, l'*effet protecteur* du tube enveloppe se déclare. Le phénomène est renversé.

» Or on sait que les tubes de Geissler, munis d'électrodes et amenés à un état de raréfaction extrême, refusent le passage à la décharge élec-

trique. Ce phénomène a été beaucoup discuté. Quelques physiciens l'ont expliqué par le pouvoir isolant du vide; d'autres, regardant le vide comme bon conducteur, supposent une grande résistance au passage, à la surface des électrodes. Mais, dans mes expériences, il n'y a pas d'électrodes; il ne peut donc être question de cette résistance au passage.

» L'expérience fait voir, en effet, qu'en diminuant la pression au-dessous de 1^{mm} et en poussant à l'extrême la raréfaction, le tube enveloppe devient obscur de nouveau et le tube intérieur lumineux. L'apparence est la même que si la pression, dans le tube enveloppe, était égale à celle de l'atmosphère.

» Le vide plus parfait n'a donc plus d'effet protecteur; il est dénué de conductibilité pour le courant électrique. »

OPTIQUE. — *Sur la variation qu'éprouvent, avec la température, les biréfringences du quartz, de la barytine et du disthène.* Note de MM. **Er. Mallard** et **H. Le Chatelier**, présentée par M. Daubrée.

« L'un de nous [1], en étudiant les variations que subissent la dilatation et la polarisation rotatoire du quartz avec la température, a montré que cette substance subit, à la température de 570° environ, un changement d'état réversible. Le but principal de nos observations a été de constater l'influence que ce changement d'état exerce sur la biréfringence.

» La constatation est des plus aisées. Une lame de quartz, taillée parallèlement à l'axe et dont un couple thermo-électrique donne à chaque instant la température, est placée dans un tube de porcelaine chauffé par un fourneau à gaz. Un faisceau de lumière solaire est dirigé suivant l'axe du tube, à l'entrée et à la sortie duquel sont placés deux nicols croisés. Le faisceau solaire, après avoir traversé le dernier nicol, tombe sur un spectroscope qui montre les franges de Fizeau et Foucault.

» A mesure que la température du quartz monte, on voit les franges se déplacer lentement vers le violet, accusant ainsi une diminution graduelle de la biréfringence. A 570° environ, les franges se brouillent, disparaissent même, pour reparaître, dès que toute la masse de la lame cristalline a dépassé la température de 570°, mais tout autrement placées qu'avant leur

---

[1] H. Le Chatelier, *Sur la dilatation du quartz* (*Comptes rendus*, 20 mai 1889), et *Sur la polarisation rotatoire du quartz* (*Comptes rendus*, 12 août 1889).

disparition. La brusquerie du changement d'état et son influence sur la biréfringence se trouvent ainsi nettement accusées.

» La température de la lame de quartz croissant au-dessus de 570°, on voit les franges se déplacer très lentement, mais en marchant vers le rouge, accusant une augmentation de la biréfringence.

» Pour mesurer avec précision les variations ainsi constatées, nous avons photographié les franges que montre le spectroscope, en inscrivant sur le même cliché les raies du magnésium.

» On mesurait, avec un appareil donnant le centième de millimètre, les distances de chaque frange à la raie indigo du magnésium. Grâce à une graduation préalable faite avec beaucoup de soin en photographiant les raies solaires, ainsi que celles du magnésium et du sodium, ces mesures donnaient la longueur d'onde λ correspondant à chaque frange. Le numéro n de la frange était indiqué par des observations préliminaires que nous laissons de côté. Le produit $n\lambda$ donnait alors le retard R introduit par l'épaisseur de la lame cristalline entre les deux vibrations principales.

» Cette méthode, dont la précision est très grande, a l'avantage de faire connaître à chaque température la dispersion cristalline.

» A 15° environ, le retard R d'une lame de quartz, parallèle à l'axe, d'une épaisseur de $3^{mm},269$, peut être représenté, d'après nos observations, au moins entre $\lambda = 0,589$ et $\lambda = 0,390$, par l'expression

$$(1) \qquad 10^5 R_{15^\circ} = 2868 + 41,5 \frac{1}{\lambda^2},$$

λ étant exprimé en millièmes de millimètre.

» On verra, par le Tableau suivant, où nous n'avons inscrit les franges que de quatre en quatre, que l'écart entre le nombre observé et celui qu'on déduit de (1) ne dépasse pas, sauf pour les franges extrêmes, trop peu nettes sur le cliché, $\frac{1}{3000}$ de la valeur :

Numéros des franges.	λ.	10^5R. observé.	10^5R. calculé.	Numéros des franges.	λ.	10^5R. observé.	10^5R. calculé.
	μ				μ		
52.....	0,5764	2997	2993	68.....	0,4515	3071	3071
56.....	0,5380	3012	3011	72.....	0,4293	3092	3092
60.....	0,5048	3030	3031	76.....	0,4096	3114	3114
64.....	0,4764	3049	3050	80.....	0,3926	3141	3136

» On peut établir des expressions telles que (1) à diverses températures. En divisant les termes de ces expressions par $3^{mm},269\,(1 + d_t)$, d_t étant la

dilatation du quartz suivant une direction perpendiculaire à l'axe, telle que la donnent les expériences, déjà citées, de l'un de nous, on obtient la différence Δ des indices principaux du quartz pour toutes les températures auxquelles sont faites les observations.

» Au-dessous de 570°, les observations sont correctement représentées par l'expression générale

$$(2)\qquad 10^5\Delta = 878,2 - 0,0919t - 0,000184t^2 + (12,68 + 0,00072t)\frac{1}{\lambda^2}.$$

» Cette formule est sensiblement d'accord avec les observations de M. Mascart faites à la température ambiante, et avec celles de M. Fizeau et de M. Dufet faites entre 0° et 100°. M. Mascart trouve à 15°, pour $\lambda = 0,5892$, $10^5\Delta = 914,8$ et nous 913,4. M. Dufet trouve pour le même λ à 100° 903,6 et nous 903,5.

» A 570° il se fait une diminution brusque représentée par

$$22,3 + 2,73\frac{1}{\lambda^2}.$$

» Au-dessus de 570°, nos observations conduisent à représenter Δ par l'expression

$$(3)\qquad 10^5\Delta = \left(743,2 + 10,36\frac{1}{\lambda^2}\right)[1 + 0,0000755(t - 570)].$$

» La variation de la biréfringence a donc complètement changé d'allure après la transformation; de décroissante, elle est devenue croissante; de parabolique, elle est devenue rectiligne. En outre, le terme indépendant de λ et le coefficient de $\frac{1}{\lambda^2}$, qui, avant la transformation, suivaient des lois de variation absolument différentes, sont multipliés, après la transformation, par un même coefficient.

» Les variations de la biréfringence et surtout de la dispersion cristalline sous l'influence de la température sont encore si peu connues que nous avons cru utile d'appliquer notre procédé à quelques cristaux autres que le quartz. Nous avons étudié la barytine et le disthène.

» La barytine nous a donné, entre 0° et 1050°, une loi de variation extrêmement simple, représentée, pour une lame de clivage p, ayant 1^{mm} d'épaisseur à 0°, par l'expression

$$10^5R = \left(1010,8 + 18,52\frac{1}{\lambda^2}\right)(1 - 0,00069t).$$

» La loi de la variation est rectiligne et représentée par le même coefficient pour le terme indépendant de λ et pour le coefficient de $\frac{1}{\lambda^2}$. Cette formule est, au reste, bien d'accord avec les mesures d'Heusser faites à 15° et avec les mesures de M. Arzruni faites entre 0° et 200°.

» Quant au disthène, nous avons trouvé, pour le retard que produit une lame parallèle au clivage principal, ayant 1^{mm} d'épaisseur à 0°, deux expressions différentes, l'une s'appliquant entre 0° et 300°, l'autre entre 600° et 1050° : la première est

$$10^5 R = \left(225,7 + 4,68 \frac{1}{\lambda^2}\right)(1 + 0,0000475 t),$$

et l'autre est

$$10^5 R = \left(221 + 5,56 \frac{1}{\lambda^2}\right)(1 + 0,0000744 t).$$

» Il paraît donc se produire un phénomène particulier entre 300° et 600°. »

CHIMIE. — *Sur la tension de vapeur des dissolutions faites dans l'acide acétique.* Note de MM. **F.-M. Raoult** et **A. Recoura**, présentée par M. Berthelot.

« Pour cette étude, nous avons employé de préférence la *méthode dynamique,* fondée sur l'observation du point d'ébullition sous des pressions connues. La dissolution acétique employée est placée dans un ébullioscope en verre, ayant la forme d'un flacon à fond arrondi et qui communique, par un tube soudé latéralement dans sa partie supérieure, avec un réfrigérant à reflux. Le réservoir d'un thermomètre, entouré d'un fil de palladium hydrogéné roulé en spirale lâche, destiné à régulariser l'ébullition (*Journal de Physique*, 2e série, t. VIII, janvier 1889), plonge entièrement dans le liquide. La tige de ce thermomètre est fixée dans le col de l'ébullioscope, au moyen d'un bouchon de liège percé d'un trou central. Les choses étant ainsi disposées, on produit l'ébullition sous la pression atmosphérique, et l'on note la température du liquide bouillant. Dans ces conditions, la tension de vapeur f' de la dissolution est mesurée par le baromètre et la tension de vapeur f de l'acide acétique pur à la même température est donnée par une Table dressée d'avance. Voici cette Table :

Tensions de vapeur de l'acide acétique à différentes températures.

Températures.	Tensions.	Températures.	Tensions.	Températures.	Tensions.
°	mm	°	mm	°	mm
115	700,6	119	792,8	122	871,0
116	722,5	120	818,5	123	898,2
117	745,2	121	844,2	124	925,6
118	768,4				

» Des précautions spéciales sont prises pour empêcher le déplacement du zéro du thermomètre au cours des expériences, et pour permettre de faire rigoureusement la correction relative à la partie non immergée de la tige.

» Pour vérifier l'exactitude de cette méthode, nous l'avons appliquée, en même temps que la méthode statique, à la détermination de la diminution de tension de vapeur de deux dissolutions, l'une d'acide benzoïque, l'autre d'acide salicylique dans l'acide acétique, à une température voisine de 100°. Les résultats obtenus par les deux méthodes ont été d'accord à $\frac{1}{30}$ près.

» La méthode dynamique ainsi pratiquée ne permet d'obtenir une exactitude suffisante qu'avec des dissolutions passablement concentrées. Mais, à l'aide de quelques observations faites sur des dissolutions de même nature et de concentrations différentes, il est possible, comme l'un de nous l'a indiqué ailleurs, de calculer la diminution de tension pour une dissolution très étendue.

» L'un de nous a montré (*Comptes rendus*, 23 mai 1887; *Annales de Chimie et de Physique*, 6e série, t. XV; 1888) que, si l'on représente par

f la tension de vapeur du dissolvant pur à une certaine température;
f' la tension de vapeur que ce dissolvant possède à la même température quand il tient en dissolution un corps fixe;
P le poids de la substance fixe dissoute dans 100gr de dissolvant;
M le poids moléculaire du corps dissous;
M' le poids moléculaire du dissolvant,

on a sensiblement, si les dissolutions sont très étendues,

$$(a) \qquad \frac{100(f-f')}{f'P}\frac{M}{M'} = K,$$

K étant une constante propre à chaque dissolvant, généralement *voisine de*

l'unité et qui, avec les douze dissolvants sur lesquels il a opéré jusqu'à présent, est restée comprise entre 0,96 et 1,09; moyenne, 1,05. Or, en employant l'acide acétique comme dissolvant volatil, nous avons trouvé récemment une valeur de K qui, par exception, est très différente de cette moyenne, au moins en apparence.

» Voici, en effet, les valeurs de K que nous avons obtenues en opérant comme nous l'avons dit ci-dessus sur des dissolutions de différentes substances, relativement fixes, dans l'acide acétique bouillant. Ces valeurs se rapportent à des dissolutions supposées très étendues. Elles ont été calculées en faisant, dans la formule (a), $M' = 60$; ce qui équivaut à supposer que la molécule physique de l'acide acétique liquide et bouillant renferme une seule molécule chimique $C^2H^4O^2$.

Corps dissous dans l'acide acétique.		K.
Nitronaphtaline	$C^{10}H^7AzO^2 = 173$	1,63
Camphre monobromé	$C^{10}H^{15}BrO = 231$	1,63
Benzophénone	$C^{13}H^{10}O = 182$	1,68
Acide picrique	$C^7H^3Az^3O^6 = 229$	1,60
Acide salicylique	$C^7H^6O^3 = 138$	1,60
Acide benzoïque	$C^7H^6O^2 = 122$	1,59
Acétate de diphénylamine	$C^{14}H^{15}AzO^2 = 229$	1,57
Acétate de potasse	$KC^2H^3O^2 = 98$	1,57
	Moyenne de K =	1,61

» Les valeurs ainsi trouvées pour K, avec les dissolutions faites dans l'acide acétique, sont donc toujours voisines de 1,61 et elles s'éloignent de l'unité beaucoup plus que toutes les autres.

» Il faut chercher la cause de cet écart exceptionnel dans une erreur considérable, que nous commettons sans doute en prenant pour le poids moléculaire *physique* M' de l'acide acétique liquide le nombre 60 qui représente son poids moléculaire *chimique*. Suivant toute vraisemblance, *à une température déterminée, la constitution de la molécule physique d'un corps est la même à l'état liquide et à l'état de vapeur saturée.* S'il en est réellement ainsi, le poids moléculaire physique M' de l'acide acétique liquide et bouillant doit être égal à $60 \times \frac{3,35}{2,08}$ ou 97, comme celui de la vapeur saturée à la même température (le nombre 3,35 étant la densité de la vapeur saturée de l'acide acétique à 118°, et 2,08 sa densité normale d'après les expériences bien connues de M. Cahours). Or, si l'on calcule les résultats, en faisant, dans la formule (a), $M' = 97$ au lieu de $M' = 60$, l'écart disparaît

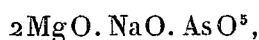
et l'on trouve sensiblement K = 1 avec l'acide acétique, comme avec la plupart des autres dissolvants volatils. L'exception est donc purement apparente, et corrélative à l'anomalie présentée par la densité de vapeur de ce liquide. »

CHIMIE. — *Action, par la voie sèche, des différents arséniates de potasse et de soude sur les oxydes de la série magnésienne.* Note de M. C. **Lefèvre**, présentée par M. Troost.

« *Magnésie.* — La magnésie anhydre, ou mieux son carbonate étant dissous à basse température dans du métaarséniate de potasse en fusion, on obtient un pyroarséniate de composition $4MgO.2KO.3AsO^5$ se présentant sous forme de prismes transparents dont les angles d'extinction sont à 45° de l'axe.

» En opérant à une température plus haute et en dissolvant l'oxyde jusqu'à saturation, on obtient un orthoarséniate $2MgO.KO.AsO^5$, analogue au phosphate qui se produit dans les mêmes conditions. Si l'on additionne l'arséniate alcalin de chlorure de potassium, on obtient le même produit tant que la proportion de chlorure est inférieure à 85 pour 100 du mélange. Si elle devient supérieure, il se forme des produits chlorés. Le pyro et l'orthoarséniate de potasse, additionnés de chlorure alcalin, donnent aussi $2MgO.KO.AsO^5$. Ce sont des lamelles feuilletées à extinction longitudinale.

» A basse température et sans excès d'oxyde, le métaarséniate de soude donne le pyroarséniate $4MgO.2NaO.3AsO^5$, analogue au produit correspondant de chaux. Il se présente sous forme de larges lamelles transparentes, agissant peu sur la lumière. A plus haute température et avec une proportion d'oxyde plus grande, on obtient l'orthoarséniate



$$2MgO.NaO.AsO^5,$$

qui se produit encore quand on additionne l'arséniate alcalin de chlorure de sodium. Le pyro et l'orthoarséniate de soude donnent le même produit. Ce sont de beaux prismes transparents à extinction longitudinale, se dissolvant très lentement dans les acides étendus.

» *Zinc.* — Le métaarséniate de potasse donne avec l'oxyde de zinc non en excès le pyroarséniate $2ZnO.AsO^5$, sous forme de petites lamelles agissant sur la lumière et s'altérant à la longue par l'eau. En dissolvant

l'oxyde jusqu'à saturation, il se forme l'orthoarséniate $2ZnO.KO.AsO^5$, analogue au phosphate correspondant. L'addition de chlorure de potassium ne donne toujours que ce dernier produit, quelle que soit la proportion de chlorure. Il se présente sous forme de petits prismes, un peu opaques, à extinction longitudinale.

» Le pyro et l'orthoarséniate de potasse donnent ce même arséniate.

» Avec le métaarséniate de soude, en opérant à basse température et sans excès d'oxyde, on obtient des cristaux brisés, assemblés suivant deux directions rectangulaires et agissant énergiquement sur la lumière. Ils répondent à la composition d'un pyroarséniate $ZnO.NaO.AsO^5$. Si l'on dissout l'oxyde jusqu'à saturation et si l'on opère à plus haute température, on n'obtient plus que l'orthoarséniate $2ZnO.NaO.AsO^5$. En additionnant de chlorure alcalin les trois arséniates de soude, on obtient encore ce dernier produit. Il se présente sous forme de prismes allongés, transparents et à extinction longitudinale.

» *Manganèse*. — Le carbonate ou les différents oxydes de manganèse étant dissous, non en excès, dans le métaarséniate de potasse, on obtient le pyroarséniate $2MnO.AsO^5$, isomorphe du produit correspondant de zinc. En employant l'oxyde jusqu'à saturation, il se produit l'orthoarséniate $2MnO.KO.AsO^5$, analogue au phosphate correspondant. L'addition de chlorure de potassium à l'arséniate alcalin donne ce dernier produit, tant que la proportion de chlorure est inférieure à 88 pour 100. Si elle devient supérieure, il se forme en même temps des produits chlorés. Le pyro et l'orthoarséniate de potasse donnent aussi $2MnO.KO.AsO^5$. Ce sont des prismes roses, isomorphes du produit correspondant de magnésie.

» Avec le métaarséniate de soude, il se forme le pyroarséniate $2MnO.4NaO.3AsO^5$. Ce sont de petits cristaux incolores, à extinction oblique. Si l'on additionne l'arséniate de chlorure alcalin, il se forme, outre le produit précédent, un orthoarséniate de composition $MnO.2NaO.AsO^5$. Ce dernier corps se produit seul quand on opère avec le pyro ou l'orthoarséniate de soude.

» Il se présente sous forme de cristaux roses, transparents, groupés suivant deux directions rectangulaires et n'agissant pas sur la lumière.

» *Cadmium*. — Le métaarséniate de potasse donne avec l'oxyde de cadmium ou son carbonate, d'abord le pyroarséniate $2CdO.AsO^5$, si l'on n'emploie pas un excès d'oxyde, puis l'orthoarséniate $2CdO.KO.AsO^5$, si l'on emploie l'oxyde jusqu'à saturation. Les deux produits sont isomorphes des produits correspondants de zinc et se présentent sous le même aspect. L'addition de chlorure alcalin ne donne jamais de

produits chlorés. Avec les arséniates de soude, on obtient des produits isomorphes des produits correspondants de manganèse, d'abord un pyroarséniate



$$2CdO.4NaO.3AsO^5,$$

puis un orthoarséniate $CdO.2NaO.AsO^5$.

» *Nickel.* — L'oxyde de nickel donne, avec une proportion d'oxyde d'environ 8 pour 100, de beaux prismes verts, probablement orthorhombiques et répondant à la composition d'un orthoarséniate $12NiO.3KO.5AsO^5$. Si l'on opère avec une plus forte proportion d'oxyde, on obtient, outre le produit précédent, un autre orthoarséniate $2NiO.KO.AsO^5$. En additionnant de chlorure alcalin les trois arséniates de potasse, il ne se produit plus que $2NiO.KO.AsO^5$. Ce sont de larges lamelles micacées, d'un jaune clair, dépolarisant faiblement la lumière.

» Avec le métaarséniate de soude, on obtient des prismes verts, transparents, clinorhombiques du pyroarséniate $4NiO.2NaO.3AsO^5$. Si l'on ajoute à l'arséniate du chlorure alcalin, il se forme, outre ce produit, l'orthoarséniate $2NiO.NaO.AsO^5$, que l'on obtient seul lorsqu'on opère avec le pyro ou l'orthoarséniate de soude. Ce sont des lamelles verdâtres, dérivées d'un prisme hexagonal et qui, parallèlement à l'axe, n'agissent pas sur la lumière.

» *Cobalt.* — En dissolvant peu d'oxyde de cobalt dans le métaarséniate de potasse, on obtient le pyroarséniate $2CoO.AsO^5$ sous forme de cristaux violacés, mamelonnés et agissant sur la lumière. Une plus forte proportion d'oxyde permet d'obtenir l'orthoarséniate $2CoO.KO.AsO^5$. En additionnant de chlorure alcalin les trois arséniates de potasse, on obtient ce dernier produit sous forme de prismes bleus, un peu opaques, à extinction longitudinale.

» Avec le métaarséniate de soude, on obtient le pyroarséniate $4CoO.2NaO.3AsO^5$, isomorphe du produit correspondant de nickel. Ce sont des lamelles violacées assez fortement maclées. Si l'on opère en présence de chlorure alcalin, on obtient, outre ce produit, l'arséniate $CoO.2NaO.AsO^5$ qui se forme seul avec le pyro ou l'orthoarséniate de soude.

» Il se présente sous forme de prismes bleus transparents, isomorphes des produits correspondants de manganèse et de cadmium.

» En résumé, nous voyons que les oxydes de la série magnésienne donnent toujours, comme produit ultime avec les arséniates de potasse, un arséniate double de composition $2MO.KO.AsO^5$. Ils se conduisent donc comme les alcalino-terreux ([1]). Avec les arséniates de soude, les uns donnent un arséniate double de composition $2MO.NaO.AsO^5$ et se rapprochent ainsi de la chaux; les autres donnent un autre arséniate double, moins riche en oxyde, et ayant pour composition $MO.2NaO.AsO^5$. La première série comprend le magnésium, le zinc et le nickel, la seconde le cobalt, le manganèse et le cadmium.

([1]) *Comptes rendus*, t. CVIII, p. 1058.

» D'autre part, le magnésium et le manganèse se rapprochent l'un de l'autre et des métaux alcalino-terreux par la formation de chloro-arséniates, tandis qu'avec les autres oxydes, il ne se forme pas de produits chlorés ([1]). »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Sur le dosage volumétrique du cuivre.* Note de MM. **A. Etard** et **P. Lebeau**, présentée par M. Schützenberger.

« I. On ne sait doser le cuivre avec exactitude par aucune méthode rapide, car la voie électrolytique, qui est parfaite, demande un temps assez long. Divers procédés de dosage volumétrique ont été proposés, mais pour aucun d'eux il n'existe de réaction nette appartenant au cuivre et annonçant avec certitude la fin de l'opération. D'ailleurs, le nombre des méthodes volumétriques par différence qui ont été publiées jusqu'à ce jour montre bien qu'aucun résultat définitif n'a été atteint.

» L'un des plus expéditifs parmi les titrages du cuivre est celui qui se pratique en faisant disparaître, au moyen d'une liqueur stanneuse ([2]), la coloration jaune que présente un sel de cuivre en solution dans l'acide chlorhydrique concentré et en grand excès. La coloration qu'on observe dans ces conditions est due à un chlorhydrate de chlorure de cuivre qui, d'après M. Engel, a pour formule $CuCl^2, HCl + 3H^2O$. La couleur jaune de ce sel n'étant pas très intense, il est malaisé de saisir la fin du dosage qui, pour cette raison, est peu exact.

» II. Récemment ([3]) on a signalé une réaction colorée du cuivre qui se produirait en présence d'acide sulfurique et de bromure de potassium. Antérieurement à cette publication, nous utilisions la réaction colorée en question pour doser le cuivre. Mais nous avons constaté qu'elle était due au bromure cuivrique additionné d'acide bromhydrique concentré, sans intervention d'acide sulfurique. Il se fait là, très vraisemblablement, un bromhydrate de bromure cuivrique violet, comparable au chlorhydrate jaune précité.

» La coloration se développe dans des milieux ne contenant que

---

([1]) Travail fait au laboratoire d'Enseignement et de Recherches chimiques de la Faculté des Sciences.

([2]) E. Weil, *Comptes rendus*, t. LXX.

([3]) Denigès, *Comptes rendus;* 1889.

$CuBr^2$, HBr et H^2O comme éléments indispensables. Un petit excès d'eau ramène aussitôt la couleur violette au vert, teinte ordinaire des sels de cuivre.

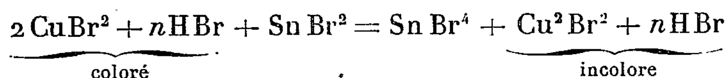
» Quoi qu'il en soit d'ailleurs, nous avons utilisé la coloration bromocuprique comme indice pour le titrage volumétrique du cuivre. La nouvelle méthode de dosage que nous proposons est d'une grande sensibilité.

» III. Un sel de cuivre quelconque amené à l'état de solution concentrée et traité par l'acide bromhydrique, également concentré en excès, prend une teinte violette comparable à celle du permanganate et allant jusqu'à l'opacité complète.

» Une telle solution additionnée d'une liqueur titrée de protobromure ou même de protochlorure d'étain dissous dans l'acide bromhydrique fort pâlit à peine et à la fin se décolore brusquement par l'action d'une seule goutte de liqueur stanneuse.

» La réaction colorée est d'une sensibilité comparable à celle que donne le dosage du fer par le procédé permanganique, et dès lors le titrage du cuivre se fait rigoureusement. On peut représenter la réaction qui a lieu par une formule telle que :

$$\underbrace{2\,CuBr^2 + n\,HBr}_{\text{coloré}} + SnBr^2 = SnBr^4 + \underbrace{Cu^2Br^2 + n\,HBr}_{\text{incolore}}$$



» Le temps pendant lequel on verse la liqueur d'étain ne doit pas être trop long, car Cu^2Br^2 en solution acide au contact de l'air régénère du sel cuprique coloré. C'est pour cela qu'on voit, après la décoloration complète, une légère teinte réapparaître et devenir de plus en plus intense. Malgré ces observations, ayant une influence plutôt théorique, nos dosages ont toujours été d'une exactitude suffisante pour que nous n'ayons pas eu à opérer dans une atmosphère d'acide carbonique.

» Le procédé que nous venons de décrire a l'inconvénient d'être relativement coûteux. Mais on peut, sans nuire d'une façon observable à l'exactitude des mesures, employer, comme liqueur titrée, une solution de protochlorure d'étain dans l'acide chlorhydrique concentré exempt de fer. L'acide chlorhydrique, dans ce cas, retient la plus grande partie de l'eau à l'état d'hydrate acide et permet, tout en épargnant l'acide bromhydrique, de maintenir la concentration nécessaire du milieu, le degré de déshydratation qu'exige la formation de l'indice coloré.

» En adoptant cette manière d'opérer, on fait, comme précédemment, couler la liqueur stanneuse dans le sel cuivrique évaporé et additionné de

quelques centimètres cubes d'acide bromhydrique concentré, jusqu'à ce qu'une goutte produise la décoloration complète. La prise d'essai cuivrique devra être exempte de corps réducteurs ou oxydants.

» Voici quelques résultats obtenus en liqueur chlorhydrique :

SO^4Cu5H^2O pesé.	Trouvé.	
397	395,6	99,64
499	499,0	100,00
876	877,0	100,10

» La solution stanneuse étant fort altérable à l'air, il convient de vérifier de temps à autre son titre avec une solution titrée de cuivre, et cela revient à faire une mesure en prenant chaque fois le cuivre lui-même comme unité de comparaison.

» Il n'est pas nécessaire, dans ces conditions, de donner à la liqueur d'étain une valeur particulière. A chaque série d'essais, la rapidité de ces mesures étant très grande, on fait un titrage sur la liqueur de comparaison à laquelle on rapporte ensuite tous les résultats. »

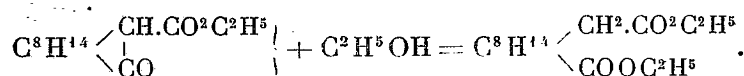
CHIMIE ORGANIQUE. — *Préparation de l'acide hydroxycamphocarbonique, en partant de l'acide camphocarbonique.* Note de MM. **A. Haller** et **Minguin**, présentée par M. Friedel.

« On chauffe en tubes scellés, entre 150° et 200°, 5gr d'éther camphocarbonique avec 0gr,50 de sodium dissous dans 30cc d'alcool absolu. Au bout de vingt-quatre heures, on laisse refroidir. Le tube renferme du carbonate de soude cristallisé sur les parois, et le liquide a pris une teinte jaune. A l'ouverture, il se dégage de l'acide carbonique.

» Après avoir chassé l'alcool par distillation, on reprend par l'eau. Il se sépare une huile chargée de camphre, qu'on enlève au moyen de l'éther. La solution éthérée, après avoir été desséchée sur du chlorure de calcium, est évaporée. Le résidu est enfin soumis à la distillation fractionnée, dans le vide. Il passe d'abord du camphre et de l'éther camphocarbonique; puis, au-dessus de 200°, il distille une huile qu'une seconde rectification fournit à peu près incolore.

» Ce produit soumis à l'analyse répond à la formule $C^{15}H^{26}O^4$. Il s'est formé en vertu de l'équation suivante, et n'est autre chose que de l'hydroxy-

camphocarbonate d'éthyle :



$$C^8H^{14}\left\langle\begin{array}{l}CH.CO^2C^2H^5\\ |\\ CO\end{array}\right| + C^2H^5OH = C^8H^{14}\left\langle\begin{array}{l}CH^2.CO^2C^2H^5\\ COOC^2H^5\end{array}\right. .$$

» Il est, en effet, identique avec l'éther obtenu (¹) : 1° par éthérification directe de l'acide hydroxycamphocarbonique; 2° en chauffant le mononitrile $C^8H^{14}\left\langle\begin{array}{l}CH^2CAz\\ CO^2C^2H^5\end{array}\right.$ avec de l'alcool chlorhydrique. Les constantes physiques observées avec les trois éthers font ressortir cette identité :

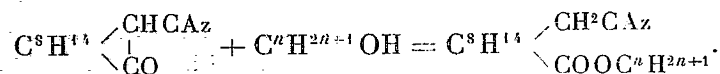
	Points d'ébullition.	Pouvoir rotatoire moléculaire.
Éther dérivé de l'éther camphocarbonique	205-210 (H = 20^{mm})	$[\alpha]_D = +49,6$
Éther obtenu par éthérification directe de l'acide $C^{11}H^{18}O^4$.....	220-230 (H = 150)	$[\alpha]_D = +50,6$
Éther préparé en éthérifiant le mononitrile $C^8H^{14}\left\langle\begin{array}{l}CH^2CAz\\ COOC^2H^5\end{array}\right.$.	220 230 (H = 160)	$[\alpha]_D = +50,48$

» Saponifié avec un excès de potasse aqueuse, il fournit de l'acide hydroxycamphocarbonique dont le point de fusion 228°-230° (non corrigé) se confond avec celui du même acide obtenu dans d'autres conditions.

» Chauffé avec une molécule de potasse alcoolique, il donne naissance à un éther acide $C^8H^{14}\left\langle\begin{array}{l}CH^2.COOH\\ CO^2C^2H^5\end{array}\right.$ qui se dépose de ses solutions éthérées en cristaux fondant à 77°-78°, et dont le pouvoir rotatoire moléculaire $[\alpha]_D = +51°,1$.

» Ces deux constantes physiques sont identiques à celles du même corps obtenu en saponifiant, dans des conditions semblables, l'hydroxycamphocarbonate neutre d'éthyle ou le mononitrile $C^8H^{14}\left\langle\begin{array}{l}CH^2CAz\\ COOC^2H^5\end{array}\right.$.

» Dans une précédente Communication, l'un de nous a démontré que le camphre cyané, nitrile de l'acide camphocarbonique, se combine avec la plus grande facilité aux alcools quand on le chauffe à 100° avec les alcoolates de soude. Par suite de la rupture de la chaîne fermée, il se forme dans ces conditions des éthers d'un mononitrile de l'acide hydroxycamphocarbonique,



$$C^8H^{14}\left\langle\begin{array}{l}CHCAz\\ |\\ CO\end{array}\right. + C^nH^{2n+1}OH = C^8H^{14}\left\langle\begin{array}{l}CH^2CAz\\ COOC^nH^{2n+1}\end{array}\right. .$$

(¹) *Comptes rendus*, t. CIX, p. 112.

» Les réactions que nous venons de signaler avec l'éther camphocarbonique sont analogues. Seulement, il est à remarquer que le caractère éminemment négatif du cyanogène rend la rupture du noyau $C^8H^{14}\left\langle\begin{matrix}CHCAz\\ |\\ CO\end{matrix}\right.$ beaucoup plus facile que celui de $C^8H^{14}\left\langle\begin{matrix}CHCO^2C^2H^5\\ |\\ CO\end{matrix}\right.$ où le cyanogène est remplacé par $-CO^2C^2H^5$.

» Nous poursuivrons nos études sur l'action des alcoolates sur les corps à fonction cétonique et à fonction nitrile, et nous espérons, sous peu, être en mesure de donner des résultats relatifs à l'action de ces corps sur le camphre. »

ZOOLOGIE. — *Sur l'organisation des Gastropodes prosobranches sénestres* (Neptunea contraria *Linné*). Note de MM. **P. Fischer** et **E.-L. Bouvier**, présentée par M. A. Milne-Edwards.

« La plupart des Mollusques univalves, à coquille spirale, présentent un mode d'enroulement en vertu duquel les tours de spire s'accroissent de gauche à droite. Il en résulte que, lorsque l'animal est en marche et se dirige au-devant de l'observateur, le bord externe de l'ouverture de la coquille est placé à droite : de là l'expression de coquille *dextre* ou *normale*.

» Mais, dans quelques cas, l'enroulement se produit en sens contraire, et la coquille est dite alors *sénestre* ou *inverse*. Ce mode d'enroulement est plus fréquent qu'on ne le croyait autrefois ; il est général chez certains genres de Gastropodes pulmonés (*Physa*, *Clausilia*, *Helicter*, *Amphidromus*) ; mais il se présente assez rarement chez les Prosobranches (*Lanistes*, *Meladomus*, *Triforis*, *Lœocochlis*, certains *Fusus*, *Neptunea* et *Fulgur*). On l'observe aussi parfois, comme cas tératologique, chez des espèces de Pulmonés (*Helix pomatia*, *H. aspersa*) ou de Prosobranches (*Buccinum undatum*).

» L'étude de quelques-uns des Gastropodes inverses (*Clausilia*, *Physa*) montra que les orifices pulmonaire, anal et génitaux, au lieu d'être placés au côté droit de l'animal, comme chez les Mollusques dextres, étaient reportés au côté gauche. En conséquence, les auteurs proclamèrent comme une loi générale, que tous les Mollusques à coquille dextre avaient leurs orifices à droite, et que les Mollusques à coquille sénestre avaient leurs orifices à gauche.

» Mais des découvertes récentes établirent qu'il n'en est pas toujours ainsi. Dall (1), en 1870, découvrit qu'un Pulmoné dextre, le *Pompholyx solida* Dall, avait ses orifices à gauche, et Dybowski (2), en 1875, trouva une structure semblable chez un autre Pulmoné dextre, le *Choanomphalus Maacki* Gerstfeldt.

» Toutefois, on n'avait pas signalé une disposition analogue chez les Pulmonés sénestres, et l'on ne savait absolument rien en ce qui concerne les Prosobranches sénestres. Ces derniers présentaient cependant un grand intérêt, en raison de la disposition du système nerveux dont l'anse viscérale est tordue en 8 de chiffre, comme si le mode d'enroulement du corps avait pour résultat d'amener une torsion de même sens dans cette commissure nerveuse.

» En 1887, l'un de nous (3) établit que, chez certains Prosobranches sénestres (*Lanistes, Meladomus*), tous les organes et tous les orifices occupent la même position que dans les formes dextres du même groupe zoologique (*Ampullaria*), et ce résultat imprévu permit de conclure que la torsion du système nerveux est indépendante de l'enroulement du corps.

» Il restait à étudier les autres Gastropodes sénestres, afin de déterminer la nature des variations de position des viscères par rapport à l'enroulement. C'est ce que nous avons entrepris dans tout l'ensemble du groupe, en commençant par un Prosobranche marin normalement sénestre, le *Neptunea contraria* Linné, recueilli durant l'expédition scientifique du *Talisman*, sur la côte occidentale d'Afrique.

» Chez cette espèce, on observe une disposition absolument contraire à celle des *Lanistes* et des *Meladomus;* car tous les organes situés à droite dans les Prosobranches dextres ont été transportés à gauche, et réciproquement : ainsi le pénis, le canal déférent, la glande à mucus et l'orifice rénal quittent le côté droit et passent à gauche, tandis que la branchie, la fausse branchie, le siphon, le cœur, qui sont normalement placés à gauche chez les dextres, sont ici rejetés à droite.

» Des modifications correspondantes s'introduisent dans l'organisation de l'animal : les nerfs et les ganglions, situés à droite chez les Prosobran-

---

(1) *Annales of the Lyceum of Nat. Hist.*, t. IX, p. 335, *Pl. II, fig.* 1 et 7.

(2) *Mémoires de l'Académie impériale de Saint-Pétersbourg*, 7e série, t. XXII, n° 8, p. 52, *Pl. VII, fig.* 2.

(3) *Système nerveux, Morph. générale et classif. des Gastropodes prosobranches*, p. 100.

ches dextres, occupent le côté gauche de notre *Neptunea* sénestre; et un déplacement inverse se produit dans les nerfs et les ganglions qu'on trouve d'ordinaire à gauche. La torsion du système nerveux est également inverse : la branche sus-intestinale de la commissure viscérale se dirige de gauche à droite par-dessus l'œsophage, tandis que la branche sous-intestinale passe au-dessous du même organe, en se dirigeant de droite à gauche. Ajoutons que le nerf pénial a son origine dans le ganglion pédieux gauche, et que le nerf acoustique du même côté a une longueur beaucoup plus grande que celui du côté opposé; ces deux dispositions sont inverses de celles observées par nous dans une espèce dextre de la même famille, le *Sipho Jeffreysianus* Fischer.

» Il est à remarquer que toutes les relations organiques fondamentales, en dehors de celles signalées plus haut, restent exactement les mêmes chez notre Prosobranche sénestre que chez les Prosobranches dextres. Les deux ganglions viscéraux sont situés au fond de la chambre palléale, au-dessus de l'aorte et du tube digestif; la branche sus-intestinale de la commissure viscérale reste au-dessus de ces deux organes, et la branche sous-intestinale au-dessous; l'aorte passe au-dessus de l'œsophage, traverse les colliers nerveux, et, dans l'intérieur de ces derniers, se prolonge dans des artères pédieuse et proboscidienne, tandis que des branches latérales traversent normalement les triangles latéraux.

» Nous n'avons jamais observé, dans les nombreux Prosobranches dextres que nous avons soumis à l'étude, une disposition semblable à celle signalée par Dall et Dybowski chez les Pulmonés; par contre, nous avons disséqué plusieurs individus anormalement sénestres d'*Helix pomatia*, et nous avons toujours pu constater l'inversion de leurs organes et de leurs orifices. »

EMBRYOLOGIE. — *Sur les cellules initiales de l'ovaire chez les Hydres d'eau douce.* Note de M. **Joannes Chatin**, présentée par M. A. Milne-Edwards.

« Plusieurs auteurs mentionnant l'apparition de *noyaux libres*, vers le début des phénomènes de différenciation qui se succèdent pour réaliser la formation de l'ovaire chez les Hydres d'eau douce, il m'a paru intéressant de reprendre l'examen de la question et de rechercher si les faits justifient une semblable interprétation.

» On sait que chez ces Polypes, les testicules et les ovaires, tout en semblant émaner du même tissu originel, offrent cependant plusieurs différences extérieures et faciles à apprécier. C'est dans la région supérieure du corps, au-dessous de la couronne tentaculaire, que se localisent les testicules; les ovaires se trouvent, au contraire, disposés sur la région moyenne ou inférieure. Dans les deux cas, la forme de l'organe est également très dissemblable : trigone ou aplatie pour le testicule, elle est sphéroïdale pour l'ovaire. Enfin les testicules se montrent toujours plus nombreux que les ovaires.

» Ces différences paraissent se refléter dans les premiers phénomènes histogénétiques qui se manifestent lors de la constitution des organes sexuels. Tandis que les éléments primordiaux du testicule sont représentés par de petites cellules irrégulières, souvent amiboïdes, à noyau normal, on constate une formation très différente sur le point où s'ébauche le futur ovaire. Le tissu interstitiel y devient le siège d'une prolifération rapide qui se traduit par l'apparition d'éléments assez spéciaux. Au premier abord, chacun d'eux semble se résumer en un énorme noyau clair, granuleux, parfois vacuolaire. On croirait avoir sous les yeux un noyau isolé, et ainsi s'explique l'erreur commise par plusieurs naturalistes qui se sont bornés à cet examen trop succinct. Mais si l'on multiplie les observations en s'aidant d'une technique convenable, on reconnaît autour de chaque noyau une mince couche de protoplasma formant le corps même de l'élément qui s'affirme donc comme une véritable cellule.

» Le choix des réactifs n'est pas indifférent : je n'ai obtenu que des préparations très médiocres et peu démonstratives avec l'hématoxyline et la safranine, cependant préconisées par divers histologistes pour l'étude des jeunes tissus chez les Hydres. La meilleure méthode consiste à employer la solution de Dahlia, puis l'acide acétique faible. On arrive de la sorte à délimiter sûrement les noyaux et à les distinguer de la zone protoplasmique qui les entoure.

» Étendues à l'*Hydra viridis*, à l'*Hydra fusca* et à l'*Hydra grisea*, ces recherches ont constamment donné des résultats identiques.

» Il est nécessaire de les poursuivre d'autant plus attentivement, que le stade durant lequel se montrent les prétendus noyaux libres est toujours de courte durée. Le tissu ovarien acquiert rapidement ses caractères propres, et l'histoire de son évolution ultérieure ne saurait trouver place ici. Je désire simplement insister sur la nature franchement cellulaire de ses éléments initiaux.

» Leur étude ne permet pas seulement de rectifier une grave erreur; elle

montre, une fois de plus, avec quelle fréquence l'Histologie zoologique multiplie les exemples de cellules à protoplasma somatique très réduit, presque méconnaissable, et à noyau volumineux. Naguère encore, sous l'influence des idées qu'avait fait naître la conception du myélocyte, on croyait pouvoir les décrire comme de simples noyaux; nous devons aujourd'hui leur rendre leur véritable signification et leur réelle valeur. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur une nouvelle ptomaïne de putréfaction, obtenue par la culture du* Bacterium allii; par M. **A.-B. Griffiths.**

« Durant l'année 1887, j'ai découvert un nouveau microbe sur des oignons pourris, qu'on avait laissés dans un endroit chaud, humide et obscur. Depuis cette époque, j'ai trouvé que ce microbe produit un alcaloïde avec les substances albumineuses. Avant de décrire les propriétés, etc., de ce nouvel alcaloïde, je présenterai quelques remarques sur la vie de ce microbe.

» Les dimensions de ce microbe sont environ de 5^{mm} à 7^{mm} de longueur et de $2^{mm},5$ de largeur. Ce microbe est une des causes de la putréfaction des oignons et plantes similaires.

» C'est un microbe chromogène; car il produit un pigment vert à la surface des oignons pourris, aussi bien qu'à la surface des milieux solides de culture (c'est-à-dire de la gélatine). Ce pigment vert est soluble dans l'alcool, et cette solution alcoolique donne un spectre d'absorption, consistant en une bande qui s'étend de l'extrême violet à la partie bleue du spectre (presque à la ligne F du spectre solaire). Il y a aussi une bande d'absorption dans la partie verte et une dans la partie jaune du spectre. La fin de la bande dans le jaune est exactement dans la même position que la ligne D dans le spectre solaire.

» Le microbe en question est entièrement distinct du *bacillus* (donnant une fluorescence verte) que Heræus a obtenu de la terre (*Zeitschrift für Hygiene*, 1886). Le bacille de Heræus convertit l'urée en ammoniaque, tandis que le présent microbe n'a pas cette propriété; mais il décompose les albuminoïdes (végétales et animales) avec formation d'une ptomaïne parmi d'autres produits.

» Ce microbe appartient aux Bactériacées : je l'ai nommé *Bacterium allii*, parce que je l'ai d'abord découvert sur l'*Allium cepa* (oignon) [1].

---

[1] Dr A.-B. Griffiths, *Proceedings of the Royal Society of Edinburgh*, vol. XV, p. 40.

» Quand on a laissé croître, pendant plusieurs jours, des cultures pures de *Bacterium allii* dans de l'agar-agar peptonisé précédemment stérilisé (gélatine), une ptomaïne se produit. Cette ptomaïne a été extraite, par les procédés de M. le Dr A. Gautier et de M. Brieger, d'un nombre considérable de tubes de culture.

» C'est un corps solide, blanc, soluble dans l'eau chaude, l'alcool, l'éther et le chloroforme. Il cristallise dans l'eau en aiguilles microscopiques, appartenant au système prismatique. Ces cristaux sont extrêmement déliquescents et ont l'odeur de l'aubépine, surtout quand ils sont chauffés.

» Cette base est précipitée par le phosphomolybdate de soude, sous forme de précipité blanc. Une solution d'iode dans l'iodure de potassium produit un précipité marron. Le réactif de Nessler donne un précipité jaune marron. L'acide tannique produit un précipité marron; l'acide picrique, un précipité jaune, et le picrate ainsi formé est légèrement soluble. Le chlorure d'or donne un précipité jaune épais, soluble dans l'eau; l'acide sulfurique (légèrement étendu) produit une couleur rouge violet avec la nouvelle base. Cette base forme aussi un chloroplatinate cristallisable, bien défini, qui donne à l'analyse les résultats suivants :

	Trouvé.			Calculé pour
	I.	II.	III.	$(C^{10}H^{17}Az, HCl)^2PtCl^4$.
Carbone........	33,72	33,77	33,80	33,75
Hydrogène......	5,10	5,08	5,18	5,06
Azote..........	4,12	3,99	»	3,93
Platine.........	27,21	»	27,25	27,28
Chlore..........	»	»	29,99	29,95

» Le chloroplatinate de cette base peut être représenté par la formule $(C^{10}H^{17}Az, HCl)^2PtCl^4$. C'est un composé cristallin, de couleur jaune, peu soluble dans l'eau froide, mais soluble dans l'eau chaude et insoluble dans l'alcool.

» Les analyses de la base elle-même ont donné les résultats suivants :

	Trouvé.			Calculé pour
	I.	II.	III.	$C^{10}H^{17}Az$.
Carbone........	79,47	79,50	79,48	79,48
Hydrogène......	11,26	»	11,24	11,25
Azote..........	9,27	»	»	9,20

» Ces résultats correspondent à la formule $C^{10}H^{17}Az$, pour la nouvelle ptomaïne.

» On n'est pas encore certain si ce nouveau composé doit être rattaché à la pyridine ou aux séries de bases organiques $C^nH^{2n-5}Az$. Plus vraisemblablement, cette base est une hydrocoridine. Si l'on compare l'hydrocollidine de M. Gautier avec la collidine, et la nouvelle base ($C^{10}H^{17}Az$) avec la coridine, on trouve entre elles une analogie remarquable.

» Ainsi :

Série de la pyridine.		*Série de l'hydropyridine.*	
Collidine	($C^8H^{11}Az$)	Hydrocollidine	($C^8H^{13}Az$)
Parvoline..........	($C^9H^{13}Az$)	Hydroparvoline......	(inconnu)
Coridine...........	($C^{10}H^{15}Az$)	Hydrocoridine......	($C^{10}H^{17}Az$)

» Quant à l'origine de cet alcaloïde, on ne peut douter que ce ne soit un produit de la décomposition chimique de molécules albuminoïdes dérivées de l'agar-agar (gélatine) peptonisé, durant la vie du microbe en question. L'alcaloïde n'existait pas dans l'agar-agar (gélatine) avant la culture du *Bacterium allii* dans ce milieu; il n'a pas été formé non plus par l'action des réactifs employés dans les procédés d'extraction. Cet alcaloïde est incontestablement le produit de la décomposition de l'albumine par le *Bacterium allii*.

» J'ai établi (*Proceedings of the Royal Society of Edinburgh*, vol. XV, p. 40) que ce microbe, lorsqu'il croît dans l'agar-agar peptonisé, etc., produit de petites quantités de gaz H^2S. Ce gaz H^2S prouve, de plus, que ce microbe produit certains changements dans les molécules albuminoïdes, l'albumine ($C^{72}H^{112}Az^{18}O^{22}S$) fournissant le soufre nécessaire à la formation de ce gaz.

» De ce qui précède, il faut évidemment conclure à l'existence d'un microbe de putréfaction, produisant un alcaloïde dans le milieu où il vit. Ainsi se trouvent étendues et confirmées les excellentes recherches de M. Gautier sur les alcaloïdes animaux, qui ont ouvert un nouveau champ d'investigation à la Chimie physiologique. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur les fonctions chromogènes du bacille pyocyanique.* Note de M. C. **Gessard**, présentée par M. Duclaux.

« Le développement de certaines espèces microbiennes s'accompagne de l'apparition d'une couleur dans leur milieu de culture.

» Chacune de ces espèces a paru aux premiers observateurs produire une couleur propre, de nature invariable et constamment liée à son activité vitale. Pour ces raisons, autant que pour sa facile constatation, ce caractère devait entrer dans la diagnose de l'espèce. Ainsi, le bacille pyocyanique tirait son nom de la pyocyanine, la matière bleue cristallisable qu'il produit et qu'on sut reconnaître et isoler dans les pansements bleus, bien avant qu'on la rapportât à sa véritable cause. On a constaté ensuite que la fonction chromogène, entachée de contingence, comme tous les attributs des microbes, pouvait être abolie indépendamment de la vitalité de l'organisme qui la possède; mais c'était en recourant à des agents, le plus communément des antiseptiques, dont l'influence prolongée, ou portée au delà d'une certaine dose, rend impossible le développement du microbe même.

» Cependant le développement du bacille pyocyanique dans le milieu nutritif employé d'ordinaire, le bouillon de bœuf ou de veau, n'offre pas le bleu pur d'une solution de pyocyanine, mais un bleu vert avec un certain degré de fluorescence. L'agitation de cette culture avec le chloroforme donne la pyocyanine en solution d'un beau bleu dans le chloroforme et laisse un vert fluorescent dans la couche aqueuse surnageante. On devait attribuer cet aspect à un autre pigment. J'ai vérifié l'existence propre de ce pigment en faisant vivre le microbe dans l'albumine extraite de l'œuf. Le microbe y développe, à l'exclusion de la pyocyanine, une belle fluorescence verte qui passe au brun feuille morte avec le temps. Il n'a pas perdu par des ensemencements en série la faculté de produire de la pyocyanine par retour dans le milieu approprié. Inversement, l'albumine que j'avais peptonisée, ou la peptone du commerce dissoute dans 50 parties d'eau, a permis la production de la pyocyanine sans mélange de fluorescence verte dans une longue série de cultures. On peut rendre compte, dès lors, de la coexistence des deux pigments dans le bouillon par la composition chimique de ce milieu nutritif, où entre, à côté de peptones, de la matière albuminoïde qui n'a pas atteint ce terme de transformation.

» Cette fluorescence du bacille pyocyanique a la propriété d'être abolie par les acides, de reparaître ou d'être accrue par les alcalis, comme celle de l'esculine, de la fluorescéine. Deux autres espèces, au moins, adoptées par la nomenclature microbienne sous les noms de *Bacillus fluorescens liquefaciens*, *Bacillus fluorescens putidus*, peuvent produire un pigment d'aspect et de réactions analogues. J'ai constaté, pour ces deux espèces aussi, la dépendance de cette fonction vis-à-vis du milieu nutritif : elle se montre dans les milieux albumineux, dans le bouillon, et disparaît dans

la solution de peptone. Il semble qu'un plus grand nombre d'espèces ([1]) encore possède cette même fonction liée aux mêmes milieux, ce qui ôterait désormais toute valeur spécifique à ce caractère.

» Pour la production de la pyocyanine, la gélatine, que les réactions chimiques rapprochent des peptones, donne, en solution au dixième, les mêmes résultats que ces dernières. Mais la pyocyanine n'est pas encore sans mélange, dans l'un ni l'autre de ces milieux. Le bleu des cultures a une teinte verte et le traitement au chloroforme laisse dans le liquide une coloration verdâtre, jaune verdâtre, qui devient rouge, rouge brun par oxydation. C'est un nouveau pigment qu'on peut faire produire à l'état isolé par le microbe, en additionnant la solution de gélatine de 1 pour 100 de glucose.

» Ainsi, la fonction chromogène du bacille pyocyanique varie avec le milieu. Une légère modification dans la constitution chimique de l'aliment, comme celle qui résulte de la peptonisation, se traduit par des changements importants dans la couleur. D'un autre côté, dans un même milieu, nous venons de voir des espèces très différentes donner naissance à des teintes que rien encore ne permet de distinguer.

» Aujourd'hui que la Science nous montre les produits de sécrétion du microbe jouant un rôle dans les questions de virulence, de vaccination et d'immunité, il peut ne pas être sans intérêt de voir d'autres sécrétions du microbe, ses matières colorantes, varier si notablement sous l'influence des plus légères différences dans la nature du milieu de culture, et de les voir aussi se retrouver identiques pour des microbes divers dans un même milieu. Si l'on fait, comme on en a théoriquement le droit, de la présence de telle ou telle matière colorante une réaction symptomatique du microbe qui la produit, les faits précédents peuvent se résumer sous la forme suivante : variabilité des symptômes pour un même microbe, identité des symptômes pour des microbes divers. »

MINÉRALOGIE. — *Radiolaires fossiles contenues dans les cristaux d'albite.* Note de M. A. **Issel**, présentée par M. Daubrée.

« On trouve, dans plusieurs localités des environs de Rovegno, sur la Trebbia (province de Pavie), et notamment près de l'ancienne mine de

---

([1]) Exemples : *Bac. viridis pallescens, B. fluorescens, B. iris, B. erythrosporus* A. Frick, *B. cyanogenus* H. Scholl.

cuivre de monte Linaiolo, un calcaire porphyrique (un *calciphyre,* d'après Brongniart) en couches minces, intercalées entre les assises d'un schiste siliceux dur et noirâtre. Ce calcaire appartient a une série de couches très contournées et un peu métamorphosées, recouvertes, à Rovegno ainsi que dans bien d'autres points, par la formation serpentineuse éocène, ici assez bien développée et représentée par des serpentines, des euphotides (*gabbros* des auteurs allemands), des diabases plus ou moins altérés, métallifères, des phtanites qui passent aux jaspes ([1]), des brèches ou conglomérats ophiolithiques ([2]).

» Le calcaire n'est pas bien différent, au premier aspect, de ceux que l'on rencontre souvent associés aux roches serpentineuses éocènes de la Ligurie orientale; il est dur, fragile, à cassure esquilleuse et de couleur cendrée ou d'un gris bleuâtre. Il se distingue cependant de la variété commune, parce qu'il est rempli de cristaux de plagioclase et principalement d'albite. Ceux-ci présentent, sur les surfaces ayant subi pendant longtemps l'action des agents extérieurs, comme des saillies anguleuses, qui les rendent rudes au toucher, ou bien comme des taches noirâtres, en forme de rectangles allongés et de parallélogrammes, distribuées sans ordre.

» Sur les cassures fraîches, ces cristaux s'aperçoivent moins facilement sous forme d'inclusions, ayant un éclat vitreux. Dans la variété la plus commune, ils atteignent, en général, $0^{m},01$ à $0^{m},02$ de longueur; mais on en voit de bien plus grands, ainsi que de beaucoup plus petits; certains blocs ne contiennent que des cristaux à peine visibles à l'œil nu ou même microscopiques. Les couches de calcaire sont beaucoup plus riches d'albite à proximité de leur surface que dans la partie moyenne. Je ferai remarquer enfin que la roche présente des traces évidentes de corrosion, comme si elle avait subi l'action dissolvante d'une eau acidulée; ce caractère est d'ailleurs très fréquent dans les calcaires qui se trouvent en rapport avec les serpentines éocènes ([3]).

» Lorsqu'on examine au microscope le calcaire porphyrique à petits

---

([1]) Les phtanites contiennent de petits amas de pyrolusite; les diabases renferment des veines ou des amas de chalchopyrite, de pyrite et de cuivre panaché.

([2]) Dans les brèches, on observe souvent des blocs de granite à plagioclase et chlorite.

([3]) Il arrive assez souvent que la couche a été réduite en chapelet par la corrosion, ou même tout à fait détruite; dans ce cas, elle est remplacée d'habitude par une argile ferrugineuse ou manganésifère, dont les caractères physiques et chimiques sont tout à fait particuliers.

cristaux, on voit ressortir sur le fond, imparfaitement diaphane et à texture microcristalline de la roche, de nombreuses sections très transparentes et très nettes d'un plagioclase simplement ou doublement maclé, dont les caractères cristallographiques et optiques correspondent presque toujours à ceux de l'albite. Les cristaux sont des prismes qui présentent constamment les faces 010, 001, 110, 110, et quelquefois 101. Parallèlement aux faces les plus développées, 010, on observe le plan de suture de la macle la plus fréquente. On peut également remarquer, dans les plaques minces, des grains opaques, que je crois devoir rapporter à la magnétite et quelquefois à la pyrite.

» Par l'acide chlorhydrique on peut facilement isoler, sous forme de tablettes très minces, les cristaux microscopiques d'albite.

» Dans plusieurs échantillons de la roche, j'ai observé avec surprise de nombreux fossiles, parfois admirablement conservés; ce sont des Radiolaires bien visibles, malgré la finesse de leur texture, dont les sections noires et opaques contrastent avec le fond clair et grenu des plaques minces. D'après les reflets de vieil or, que prennent plusieurs de ces fossiles sous certaines incidences de lumière, je suppose que de la pyrite s'est appliquée sur la silice dont ils sont originairement formés.

» Dans deux plaques minces, tirées d'un échantillon de calcaire porphyrique recueilli près du hameau de Zerbo, j'ai reconnu au moins une dizaine d'espèces différentes de Radiolaires, appartenant aux genres : *Thecosphæra*, *Heliosphæra*, *Caryosphæra*, *Dictyomitra*, *Polystichia*, *Stichocapsa*, *Euchitonia*, etc. Ces espèces se rapprochent de certaines formes décrites par M. Pantanelli [1] et provenant des jaspes éocènes de la Toscane, et de celles illustrées par M. Rüst [2], des coprolites crétacés de Zilli; mais elles sont presque toutes nouvelles.

» Ce qu'il y a de plus remarquable dans ces plaques minces, riches en fossiles, c'est que *plusieurs de ceux-ci sont enchâssés dans l'intérieur des cristaux d'albite*.

» Au beau milieu d'un prisme maclé de ce minéral, on voit, par exemple, un cercle noir brisé, interrompu et bordé à l'intérieur par quelques mailles polyédriques (*fig.* 1); c'est évidemment une section de radiolaire, peut-être de *Heliosphæra*. Une autre section, beaucoup moins imparfaite, du

---

(1) *I diaspri della Toscana e i loro fossili*. Roma, 1880.

(2) *Beitrage zur Kentnisse der Fossilen Radiolarien aus Gesteinen der Kreide*, Stuttgart, 1888.

même genre, est incrustée à l'extrémité d'un second prisme (*fig.* 2); le fossile est fort bien distinct des deux côtés de la plaque. Si l'on examine les deux cristaux à la lumière polarisée, il est facile de s'assurer qu'ils se colorent différemment dans le voisinage et à l'intérieur des fossiles : la

Fig. 1.



Fig. 2.



structure cristalline du minéral est évidemment affectée par la présence du corps étranger qu'il contient.

» Dans la seconde préparation, on voit deux Radiolaires très bien conservés : un *Caryosphœra* voisin du *C. bella* de Rüst (*fig.* 3) et une forme (*fig.* 4), que je rapporte avec doute au genre *Polystichia* (¹), logés au bout de deux longs prismes d'albite. Le cristal s'est moulé évidemment

Fig. 3.

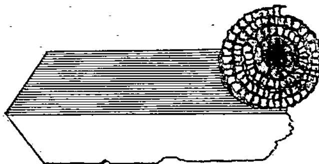
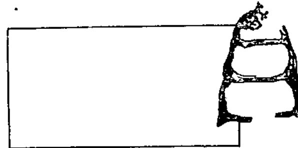


Fig. 4.



sur le fossile, ayant rencontré dans celui-ci un obstacle à son développement. Les *fig.* 1, 2 et 4 représentent les cristaux d'albite avec le grossissement de 150 diamètres environ, vus à la lumière polarisée, ce qui permet d'observer la macle caractéristique du minéral (²). Les n°s 1 et 2 sont tirés de microphotographies que je dois à l'obligeance de M. le marquis S. Capranica.

» On peut conclure de tout ce qui précède :

» 1° Qu'une roche sédimentaire contenant des fossiles a pu devenir

---

(¹) Ce fossile me semblait au premier abord un Foraminifère; mais, l'ayant examiné avec un grossissement plus fort, j'ai aperçu au sommet de la section les restes d'un réseau, dont les caractères coïncident avec ceux du squelette de plusieurs types de Polycistines.

(²) L'irrégularité que l'on remarque dans le *Caryosphœra* de la *fig.* 4 n'est pas due à l'imperfection de la gravure, mais à la condition même du fossile.

éminemment cristalline et riche en plagioclases cristallisés, sans que la stratification ait été sensiblement dérangée;

» 2° Que ce changement a pu se produire dans une *formation tertiaire;*

» 3° Que la distribution des cristaux d'albite dans la roche et la corrosion dont elle porte les traces semblent indiquer que le phénomène est dû à une action hydrothermale. »

GÉOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Contribution à l'histoire du fer chromé.* Note de M. STANISLAS MEUNIER. (Extrait.)

« *Nouvel alliage de fer et de chrome.* — Si, dans un tube de porcelaine chauffé au rouge, on soumet à l'hydrogène pur et sec un mélange convenable [1] de protochlorure de fer et de sesquichlorure de chrome, on obtient, outre quelques produits accessoires, une matière métallique dont l'aspect est fort remarquable. Elle est d'un blanc d'argent très brillant, nettement magnétique, et résiste d'une manière extraordinaire aux acides, qui la débarrassent seulement des impuretés : non seulement elle est inaltérée à l'ébullition, par l'acide chlorhydrique et par l'acide azotique, dilués ou concentrés, mais l'eau régale n'a sur elle qu'une action très faible.

» L'analyse montre dans cet alliage :

		(Calculé pour $Fe^2 Cr^3$)
Fer	35,01	40
Chrome	64,80	60
	99,81	100

» Produit dans une nacelle de porcelaine, l'alliage dont il s'agit, et qui est mêlé souvent d'oxyde vert de chrome et d'une fine poussière de fer métallique, se présente en masses tuberculeuses très irrégulières, éminemment cristallines. Une partie de la paroi interne du tube est tapissée d'une feuille continue de la même matière, prenant, dans les régions où elle est le plus mince, la forme en dentelle d'une dendrite métallique.

---

(1) Dans mes premiers essais, le mélange était de 72 parties de sesquichlorure de chrome pour 28 de protochlorure de fer; mais j'ai reconnu que ce dernier doit être en très notable excès et l'on peut employer des poids égaux des deux chlorures. Il faut en effet contre-balancer la perte que provoque sa volatilisation relativement très facile et, d'un autre côté, la vapeur de fer métallique constitue une atmosphère réductrice éminemment favorable au succès de l'expérience.

» On n'éprouve naturellement aucune difficulté pour déterminer la concrétion de l'alliage entre des grains pierreux et dans leurs fissures; le métal prend alors une allure analogue à celle des fers nickelés des météorites pierreuses. Dans des conditions convenables, il constitue en même temps, au contact des fragments lithoïdes, une sorte de rosée dont chaque gouttelette est un petit octaèdre qui, dans une coupe mince de l'ensemble pourrait sembler au microscope devoir être antérieur à la roche environnante.

» *Synthèse du fer chromé par oxydation de l'alliage précédent.* — Une fois qu'on a produit l'alliage de fer et de chrome, il suffit de le soumettre, dans un tube de porcelaine chauffé au rouge, à l'action de la vapeur d'eau pour l'oxyder d'une manière complète. Le produit est tout à fait noir, mais laisse sur le biscuit une trace brunâtre. On y voit nettement la présence d'un peu de fer oxydulé attirable et soluble dans l'acide chlorhydrique bouillant. Après ce traitement, il consiste en fer chromé pur, ne montrant que de rares vestiges de formes cristallines, mais ayant toutes les propriétés du minéral naturel, jouissant d'une densité de 4,48 et donnant à l'analyse, après l'attaque par le mélange de carbonate et d'azotate de potasse :

Protoxyde de fer..............................	32,41
Sesquioxyde de chrome........................	63,06
	100,47

» En oxydant les échantillons précédemment décrits de grains de péridot cimentés par l'alliage, on constitue la chromite en association avec les minéraux qu'elle accompagne dans les dunites et ailleurs.

» *Observation théorique.* — Sans doute, c'est la première fois que la synthèse artificielle du fer chromé est obtenue par un semblable procédé; mais je suis convaincu que la nature n'a pas opéré autrement pour produire les grains et les amas de chromite contenus dans les roches serpentineuses. Voici, selon moi, la série des phases traversées successivement par ces roches :

» A l'origine, des vapeurs, dont la constitution m'a naguère occupé, ont donné naissance, par leur réaction mutuelle, à une sorte de givre formé de cristaux plus ou moins confus, de minéraux pyroxéniques et péridotiques. Ces grains, dans un deuxième temps, ont été reliés ensemble par des concrétions de substances variées, au premier rang desquelles figurent le fer natif, des alliages de fer et de nickel, et des alliages de fer et de chrome.

» Poussées ensuite, par l'effort de réactions mécaniques, vers la surface aquifère du globe, les roches dont il s'agit, sauf de très rares exceptions, ont subi d'abord une combustion de tous leurs éléments métalliques : le fer natif est devenu du fer oxydulé; les alliages de fer nickelé se sont scindés en fer oxydulé et en oxyde de nickel soluble, incorporé plus tard à des hydrosilicates, comme en Nouvelle-Calédonie; les alliages de fer et de chrome, de leur côté, ont donné le fer chromé, conformément aux expériences précédentes.

» Plus tard, enfin, le pyroxène et le péridot, cédant à l'énergie chimique des eaux d'infiltration, se sont transformés plus ou moins complètement en serpentine. »

M. **Léopold Hugo** adresse une Note « Sur une propriété arithmétique de l'ancien carré magique chinois ».

M. **Daubrée** présente, au nom de l'auteur, un travail du prince *Dom Pedro Augusto de Saxe-Cobourg*, imprimé en langue allemande : *Contribution à la Minéralogie et à la Géologie du Brésil*. On y trouve les caractères, très bien décrits, de plusieurs espèces minérales observées au Brésil dans des gisements remarquables ou nouveaux : pyrrhotine de Morro-Velho [1]; zircon de Minas Geraes; apatite, halloysite et bamlite des environs de Rio de Janeiro; fibrolite de Diamantina; enfin une Notice pétrographique sur les roches de Pétropolis.

A 5 heures un quart, l'Académie se forme en Comité secret.

COMITÉ SECRET.

La Section de Chimie, par l'organe de son doyen, M. *Fremy*, présente la liste suivante de candidats pour la chaire de Chimie appliquée aux corps organiques, actuellement vacante au Muséum d'Histoire naturelle :

Ex æquo *et par ordre alphabétique*. . . { M. **Arnoult**.
{ M. **Maquenne**.

Les titres de ces candidats sont discutés.

---

[1] *Comptes rendus*, t. CV, p. 264; 1887.

L'élection des candidats qui devront être présentés par l'Académie à M. le Ministre de l'Instruction publique et des Beaux-Arts aura lieu dans la prochaine séance.

La séance est levée à 5 heures trois quarts. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 24 février 1890.

Cours d'Algèbre supérieure; par Charles de Comberousse. Paris, Gauthier-Villars et Fils, 1887-1890; 2 vol. gr. in-8°. (Présenté par M. Bertrand.)

C.-W. Borchardt et son œuvre; par M. M. d'Ocagne. Bruxelles, Polleunis, Ceuterick et de Smet, 1890; br. in-8°.

Description des fossiles du cap de la Hève; par G. Lennier. Première Partie. *Étage kimméridien*. Fasc. 1 à 3. Havre, E. Fustin, 1888-1889; 3 br. in-8°. (Présenté par M. Daubrée.)

Observations pluviométriques et thermométriques faites dans le département de la Gironde de juin 1887 *à mai* 1888 *et de juin* 1888 *à mai* 1889. Notes de M. Rayet. Bordeaux, G. Gounouilhou, 1888-1889; 2 br. gr. in-8°.

Du transformisme et de la génération spontanée. Étude scientifique et philosophique; par Ch.-A. Rohaut. Paris, J.-B. Baillière et Fils, 1890; 1 vol. in-16.

Revue générale des Sciences pures et appliquées. Directeur : Louis Olivier. n°s 1 à 3. Paris, Octave Doin, 1890; 3 br. in-4°.

Revue scientifique du Bourbonnais et du centre de la France, publiée sous la direction de M. Ernest Olivier. Deuxième année, 1889; Moulins, Étienne Auclaire, 1889; 1 vol. gr. in-8°. (Présenté par M. Gaudry.)

Mémoires de la Société d'émulation d'Abbeville. 4e série, tome I, 1re Partie. Abbeville, C. Paillart, 1889; 1 vol. gr. in-8°.

Bulletin de la Société d'émulation d'Abbeville. Années 1888-1889. Abbeville, C. Paillart; 7 br. in-8°.

Mémoires de la Société des Sciences physiques et naturelles de Bordeaux.

3e série, tomes IV et V. Paris, Gauthier-Villars et Fils. Bordeaux, Feret, 1888-1889; 2 vol. gr. in-8°.

Beiträge zur Mineralogie und Petrographie Brasiliens; von DOM PEDRO AUGUSTO VON SACHSEN-COBURG. Wien, Alfred Hölder; br. gr. in-8°. (Présenté par M. Daubrée.)

Bulletin from the laboratories of natural History of the State University of Iowa. November 1889; br. gr. in-8°.

The Saint Louis medical and surgical Journal. Vol. LVII, n° 6; Vol. LVIII nos 1 et 2; 3 br. gr. in-8°.

The English sparrow (Passer domesticus) in North America, especially in its relations to agriculture; by WALTER B. BARROWS. Washington, Government printing Office, 1889; 1 vol. gr. in-8°.

The Journal of the Franklin Institute. Vol. CXXXIX, n° 770. Philadelphia, 1890; br. gr. in-8°.

Transactions of the Wagner Free Institute of Science of Philadelphia. December 1889; br. in-4°.

Transactions of the astronomical observatory of Zale University. Vol. I, Part II. New Haven, published by the Observatory, 1889; br. gr. in-4°.

La munda de los romanos, nuevos estudios por el marques DE SALVATIERRA. Ronda, 1889; 1 vol. in-8°.



On souscrit à Paris, chez GAUTHIER-VILLARS ET FILS,
Quai des Grands-Augustins, n° 55.

Depuis **1835** les **COMPTES RENDUS** hebdomadaires paraissent régulièrement le *Dimanche*. Ils forment, à la fin de l'année, deux volumes in-4°. Deux Tables, l'une par ordre alphabétique de matières, l'autre par ordre alphabétique de noms d'Auteurs, terminent chaque volume. L'abonnement est annuel et part du 1er janvier.

Le prix de l'abonnement est fixé ainsi qu'il suit :

Paris : **20** fr. — Départements : **30** fr. — Union postale : **34** fr. — Autres pays : les frais de poste extraordinaires en sus.

On souscrit, dans les Départements,

	chez Messieurs :
Agen	Michel et Médan.
Alger	Gavault St-Lager. Jourdan. Ruff.
Amiens	Hecquet-Decobert.
Angers	Germain et Grassin. Lachèse et Dolbeau
Bayonne	Jérôme.
Besançon	Jacquard.
Bordeaux	Avrard. Chaumas. Vincent. Muller (G.).
Bourges	David.
Brest	Lefournier. F. Robert. J. Robert. Vᵉ Uzel Caroff.
Caen	Baër. Massif.
Chambéry	Perrin.
Cherbourg	Henry.
Clermont-Ferr...	Rousseau. Ribou-Collaye.
Dijon	Lamarche. Ratel. Damidot.
Douai	Lauverjat. Crépin.
Grenoble	Drevet. Gratier.
La Rochelle	Robin.
Le Havre	Bourdignon. Dombre.
Lille	Ropiteau. Lefebvre. Quarré.
Lorient	Gosse. Mme Texier.
Lyon	Beaud. Georg. Mégret. Palud. Vitte et Pérussel.
Marseille	Millaud.
Montpellier	Calas. Coulet.
Moulins	Martial Place.
Nancy	Sordoillet. Grosjean-Maupin. Sidot frères.
Nantes	Loiseau. Mme Veloppé.
Nice	Barma. Visconti et Cie.
Nîmes	Thibaud.
Orléans	Luzeray.
Poitiers	Blanchier. Druineaud.
Rennes	Plihon et Hervé.
Rochefort	Boucheron - Rossignol.
Rouen	Langlois. Lestringant.
St-Étienne	Chevalier.
Toulon	Bastide. Rumèbe.
Toulouse	Gimet. Privat.
Tours	Boisselier. Péricat. Suppligeon.
Valenciennes	Giard. Lemaître.

On souscrit, à l'Étranger,

	chez Messieurs :
Amsterdam	Robbers. Feikema Caarchen et Cie.
Athènes	Wilberg.
Barcelone	Verdaguer. Piaget.
Berlin	Asher et Cie. Calvary et Cie. Friedlander et fils. Mayer et Müller.
Berne	Schmid, Francke et Cie.
Bologne	Zanichelli et Cie.
Bruxelles	Ramlot. Mayolez. Falk.
Bucharest	Haimann. Ranisteanu.
Budapest	Kilian.
Cambridge	Deighton, Bell et Co
Christiania	Cammermeyer.
Constantinople	Lorentz et Keil.
Copenhague	Höst et fils.
Florence	Lœscher et Seeber.
Gand	Hoste.
Gênes	Beuf.
Genève	Cherbuliez. Georg. Stapelmohr.
La Haye	Belinfante frères.
Lausanne	Benda. Payot.
Leipzig	Barth. Brockhaus. Lorentz. Max Rube. Twietmeyer.
Liège	Brandt. Gnusé.
Londres	Dulau. Nutt.
Luxembourg	V. Bück.
Madrid	Fuentès et Capdeville. Librairie Gutenberg. Gonzalès e hijos. Yravedra. F. Fé.
Milan	Dumolard frères. Hœpli.
Moscou	Gautier.
Naples	Furcheim. Marghieri di Gius. Pellerano.
New-York	Christern. Westermann.
Odessa	Rousseau.
Oxford	Parker et Cie.
Palerme	Clausen.
Porto	Magalhaès.
Prague	Rivnac.
Rio-Janeiro	Garnier.
Rome	Bocca frères. Loescher et Cie.
Rotterdam	Kramers et fils.
Stockholm	Samson et Wallin.
St-Pétersbourg	Librairie Française. Wolff.
Turin	Bocca frères. Brero. Clausen. Rosenberg et Sellier.
Varsovie	Gebethner et Wolff.
Vérone	Drucker.
Vienne	Frick. Gerold et Cie.
Zürich	Meyer et Zeller.

TABLES GÉNÉRALES DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES :

Tomes **1er** à **31**. — (3 Août 1835 à 31 Décembre 1850.) Volume in-4°; 1853. Prix .... **15** fr.
Tomes **32** à **61**. — (1er Janvier 1851 à 31 Décembre 1865.) Volume in-4°; 1870. Prix .... **15** fr.
Tomes **62** à **91**. — (1er Janvier 1866 à 31 Décembre 1880.) Volume in-4°; 1889. Prix .... **15** fr.

SUPPLÉMENT AUX COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES :

Tome I : Mémoire sur quelques points de la Physiologie des Algues, par MM. A. Derbès et A.-J.-J. Solier. — Mémoire sur le Calcul des Perturbations qu'éprouvent les Comètes, par M. Hansen. — Mémoire sur le Pancréas et sur le rôle du suc pancréatique dans les phénomènes digestifs, particulièrement dans la digestion des matières grasses, par M. Claude Bernard. Volume in-4°, avec 32 planches; 1856 .... **15** fr.

Tome II : Mémoire sur les vers intestinaux, par M. P.-J. Van Beneden. — Essai d'une réponse à la question de Prix proposée en 1850 par l'Académie des Sciences pour le concours de 1853, et puis remise pour celui de 1856, savoir : « Étudier les lois de la distribution des corps organisés fossiles dans les différents terrains sédimentaires, suivant l'ordre de leur superposition. — Discuter la question de leur apparition ou de leur disparition successive ou simultanée. — Rechercher la nature des rapports qui existent entre l'état actuel du règne organique et ses états antérieurs », par M. le Professeur Bronn. In-4°, avec 27 planches; 1861... **15** fr.

A la même Librairie les **Mémoires de l'Académie des Sciences**, et les **Mémoires présentés par divers Savants à l'Académie des Sciences.**

N° 8.

TABLE DES ARTICLES. (Séance du 24 février 1890.)

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE

MÉMOIRES LUS.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

CORRESPONDANCE.

COMITÉ SECRET.

PARIS. — IMPRIMERIE GAUTHIER-VILLARS ET FILS,
Quai des Grands-Augustins, 55.

1890

PREMIER SEMESTRE.

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES
DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES;

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

TOME CX.

N° 9 (3 Mars 1890).

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS ET FILS, IMPRIMEURS-LIBRAIRES
DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,
Quai des Grands-Augustins, 55.

1890

RÈGLEMENT RELATIF AUX COMPTES RENDUS,

ADOPTÉ DANS LES SÉANCES DES 23 JUIN 1862 ET 24 MAI 1875.

Les *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie* se composent des extraits des travaux de ses Membres et de l'analyse des Mémoires ou Notes présentés par des savants étrangers à l'Académie.

Chaque cahier ou numéro des *Comptes rendus* a 48 pages ou 6 feuilles en moyenne.

26 numéros composent un volume.

Il y a deux volumes par année.

ARTICLE 1er. — *Impression des travaux de l'Académie.*

Les extraits des Mémoires présentés par un Membre ou par un Associé étranger de l'Académie comprennent au plus 6 pages par numéro.

Un Membre de l'Académie ne peut donner aux *Comptes rendus* plus de 50 pages par année.

Les communications verbales ne sont mentionnées dans les *Comptes rendus*, qu'autant qu'une rédaction écrite par leur auteur a été remise, séance tenante, aux Secrétaires.

Les Rapports ordinaires sont soumis à la même limite que les Mémoires; mais ils ne sont pas compris dans les 50 pages accordées à chaque Membre.

Les Rapports et Instructions demandés par le Gouvernement sont imprimés en entier.

Les extraits des Mémoires lus ou communiqués par les correspondants de l'Académie comprennent au plus 4 pages par numéro.

Un Correspondant de l'Académie ne peut donner plus de 32 pages par année.

Dans les *Comptes rendus*, on ne reproduit pas les discussions verbales qui s'élèvent dans le sein de l'Académie; cependant, si les Membres qui y ont pris part désirent qu'il en soit fait mention, ils doivent rédiger, séance tenante, des Notes sommaires, dont ils donnent lecture à l'Académie avant de les remettre au Bureau. L'impression de ces Notes ne préjudicie en rien aux droits qu'ont ces Membres de lire, dans les séances suivantes, des Notes ou Mémoires sur l'objet de leur discussion.

Les Programmes des prix proposés par l'Académie sont imprimés dans les *Comptes rendus*, mais les Rapports relatifs aux prix décernés ne le sont qu'autant que l'Académie l'aura décidé.

Les Notices ou Discours prononcés en séance publique ne font pas partie des *Comptes rendus*.

ARTICLE 2. — *Impression des travaux des Savants étrangers à l'Académie.*

Les Mémoires lus ou présentés par des personnes qui ne sont pas Membres ou Correspondants de l'Académie peuvent être l'objet d'une analyse ou d'un résumé qui ne dépasse pas 3 pages.

Les Membres qui présentent ces Mémoires sont tenus de les réduire au nombre de pages requis. Le Membre qui fait la présentation est toujours nommé; mais les Secrétaires ont le droit de réduire cet Extrait autant qu'ils le jugent convenable, comme ils le font pour les articles ordinaires de la correspondance officielle de l'Académie.

ARTICLE 3.

Le *bon à tirer* de chaque Membre doit être remis à l'imprimerie le mercredi au soir, ou, au plus tard, le jeudi à 10 heures du matin; faute d'être remis à temps, le titre seul du Mémoire est inséré dans le *Compte rendu* actuel, et l'extrait est renvoyé au *Compte rendu* suivant, et mis à la fin du cahier.

ARTICLE 4. — *Planches et tirage à part.*

Les *Comptes rendus* n'ont pas de planches.

Le tirage à part des articles est aux frais des auteurs; il n'y a d'exception que pour les Rapports et les Instructions demandés par le Gouvernement.

ARTICLE 5.

Tous les six mois, la Commission administrative fait un Rapport sur la situation des *Comptes rendus* après l'impression de chaque volume.

Les Secrétaires sont chargés de l'exécution du présent Règlement.

Les Savants étrangers à l'Académie qui désirent faire présenter leurs Mémoires par MM. les Secrétaires perpétuels sont priés de les déposer au Secrétariat au plus tard le Samedi qui précède la séance, avant 5h. Autrement la présentation sera remise à la séance suivante

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 3 MARS 1890,

PRÉSIDENCE DE M. HERMITE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

CHIMIE AGRICOLE. — *Sur l'absorption de l'ammoniaque de l'atmosphère par la terre végétale;* par M. Th. Schlœsing.

« Dans une Note présentée à l'Académie en 1876, j'ai rapporté quelques expériences sur les échanges d'ammoniaque entre l'atmosphère et la terre végétale, et j'en ai conclu que, dans les conditions naturelles, c'est la terre qui gagne à ces échanges et acquiert de la sorte des quantités d'ammoniaque qui ne sont pas sans importance.

» Cette conclusion a été contestée dans ces derniers temps. Non seulement on a élevé des doutes sur l'origine de l'ammoniaque ou de l'acide nitrique provenant de la nitrification de cet alcali, acquis par les terres que j'avais exposées au contact de l'air : on a aussi affirmé, avec une

grande insistance, que la propriété d'absorber l'ammoniaque de l'air, admissible dans les terres acides, ne peut exister dans les terres calcaires.

» C'est pourquoi j'ai repris ce sujet d'études, dans le but de fixer les idées sur un point de la Science qu'il est important d'éclairer.

» Exposer au contact de l'air des terres sèches ou humides, dans lesquelles on aura dosé l'azote sous ses différents états; refaire ces dosages après l'exposition à l'air et comparer leurs résultats à ceux obtenus d'abord : tel est le plan très simple des expériences à exécuter.

» Lorsque des échantillons de terre doivent séjourner longtemps au contact de l'air libre, il est indispensable, pour les préserver de tout apport de matière azotée autre que celles qui existent dans l'atmosphère, de les défendre contre les atteintes des oiseaux, des mouches, moucherons et autres insectes, atteintes qu'on ne peut éviter sans l'emploi de tissus à mailles serrées. Mais le moindre voile, fût-ce du tulle, étendu au-dessus d'une substance capable, comme par exemple un acide, d'absorber l'ammoniaque aérienne, suffit pour annuler presque l'absorption de l'alcali : de là l'obligation de forcer l'air à se filtrer à travers le tissu protecteur. Voici les dispositions que j'ai adoptées.

» Les vases contenant les terres sont placés à la file dans un canal en planches horizontal, de $2^{m},50$ de long, à section rectangulaire de $0^{m},30$ de haut sur $0^{m},20$ de large. Ce canal s'ouvre par un bout dans une cheminée d'appel dont le tirage est assuré par des brûleurs à gaz; l'autre bout est fermé par une plaque de tôle serrée avec des boulons; il se trouve sous une fenêtre dont on a supprimé deux carreaux de vitre. Sur les bords de l'ouverture ainsi pratiquée sont fixés : au dehors, une caisse semblable à un garde-manger, dont les parois sont en fine toile métallique; en dedans, une sorte d'entonnoir en zinc, qui relie la caisse au canal. La cheminée aboutit dans un vaste grenier et se trouve ainsi préservée des coups de vent qui pourraient, par moments, renverser son tirage si elle s'élevait au-dessus d'un toit. Les vases reposent sur une planche mobile glissant sur le fond du canal. Il suffit d'enlever la plaque de tôle et de manœuvrer la planche pour sortir les vases ou les remettre en place.

» Toutes les conditions qui influent sur l'absorption de l'ammoniaque : tension de l'alcali dans l'air, température, nature des terres, état de leurs surfaces, etc., peuvent être reproduites dans le canal telles qu'elles seraient dans des expériences en plein air, sauf une seule, d'importance majeure, le renouvellement de l'air au contact des terres. Beaucoup moins

capricieuse dans le canal qu'au dehors, la vitesse de l'air y varie cependant selon l'intensité et la direction du vent, selon que les toiles, qu'il faut brosser de temps à autre, sont plus ou moins obstruées par la poussière. Mais cette inégalité inévitable entre les vitesses de l'air dans le canal et au dehors peut être corrigée par un procédé très simple, qui consiste à entretenir de l'eau aiguisée d'acide sulfurique dans deux vases, dont l'un est placé à côté des terres et l'autre en plein air. Pour ces vases, toutes les conditions d'absorption sont égales, sauf celle de l'agitation de l'air, dont les effets sont dès lors mesurés par les quantités d'ammoniaque absorbées des deux parts en des temps égaux.

» Ce mode de correction n'est peut-être pas à l'abri de toute critique : je l'ai adopté néanmoins, après m'être assuré que, dans tous les cas, il diminuait les résultats dans une assez forte proportion.

» Au reste, je ne pouvais avoir la prétention d'obtenir des mesures tout à fait précises, susceptibles d'être généralisées. Le phénomène que j'étudiais est de ceux dont les effets sont essentiellement variables : ils dépendent de la situation géographique et de la topographie du lieu d'observation, de la nature et de l'état des sols, des climats, etc.; ma seule ambition était de reconnaître l'ordre de grandeur des quantités d'ammoniaque absorbées en un temps donné par une surface déterminée de sol nu.

» Ces quantités sont-elles négligeables, comme certains auteurs le prétendent, ou bien sont-elles assez importantes pour qu'il en soit tenu compte dans les questions relatives à l'alimentation azotée des végétaux?

» J'ai exécuté, de 1886 à 1890, vingt-cinq expériences que je rangerai en quatre groupes.

» Dans le premier, je place six expériences faites avec des terres non calcaires, de celles précisément qui m'ont servi dans mes études sur la fixation de l'azote gazeux par les sols nus. Pas plus qu'aucune des nombreuses terres que j'ai étudiées à ce point de vue, celles-ci ne fixent l'azote gazeux; par conséquent, tout gain d'azote réalisé par elles devait être attribué exclusivement aux composés azotés de l'atmosphère.

» Le deuxième groupe comprend des expériences sur deux terres également impropres à fixer l'azote gazeux, l'une contenant 40 pour 100 de calcaire, l'autre privée de cet élément. La comparaison entre les quantités d'ammoniaque absorbées devait apprendre si le calcaire exerce sur l'absorption quelque influence, mauvaise ou bonne.

» Les troisième et quatrième comprennent seize expériences faites avec des terres exclusivement calcaires, les unes toujours humides, les autres toujours sèches.

» Dans toutes les expériences, je me suis servi de vases en verre circulaires, à fond plat, ayant à peu près une section de 2^{dmq}, mais de hauteurs proportionnées aux poids des terres, de sorte que les surfaces de celles-ci affleurassent les bords des vases.

» Premier groupe. — *a*, vase vide destiné à recueillir pendant toute la durée des expériences les poussières déposées par le courant d'air; il est placé sous l'entonnoir en un point où la récolte est maxima; l'azote de ces poussières sera dosé et retranché de l'azote trouvé dans les terres à la fin des expériences;

» *b*, vase contenant 1491^{gr} de terre de Neauphle (supposée sèche), entretenue en état constant d'humidité (de 14 à 18 pour 100), mais privée du libre contact de l'air par un couvercle percé d'un petit trou;

» *c*, *d*, *e*, vases contenant 595^{gr}, 1517^{gr}, 3284^{gr} de la même terre;

» *f*, vase contenant 1493^{gr} de terre de Fouilleuse;

» *g*, vase contenant 3243^{gr} de terre de Montretout.

» Les expériences *a*, *b*, *c*, *d*, *e* ont duré, de mars 1886 à juillet 1887, 495 jours; les expériences *f*, *g* ont duré trois mois de plus.

» Pendant les trois premiers mois, toutes les terres ont été arrosées (¹) de deux en deux ou de trois en trois jours. Plus rares ensuite, les arrosages ont été suspendus pendant cinq mois d'hiver, puis repris, à intervalles irréguliers, jusqu'à la fin des expériences. Sans entrer dans plus de détails, je dirai seulement que le degré d'humidité des surfaces, degré qui a une influence considérable sur l'absorption de l'ammoniaque, a beaucoup différé dans les divers lots de terres, en raison des différences de leur poids et, par suite, de leurs approvisionnements en eau. La surface de *c* a été sèche la plupart du temps; les surfaces de *d* et *f* ont été tour à tour humides et sèches pendant des temps égaux; celles de *e* et *g* ont été humides plus souvent que sèches.

» Voici le Tableau des résultats analytiques obtenus avant et après le séjour des terres dans le canal. Ils sont rapportés à 100^{gr} de terre sèche. L'a-

(¹) Pour ramener par l'arrosage une terre à son taux primitif d'humidité voisin de 18 pour 100, on la met sur une balance, et l'on distribue à sa surface de l'eau pure, exempte d'ammoniaque, jusqu'à ce que la terre équilibre une tare en plomb. Chaque terre a sa tare.

zote total a été dosé par le procédé de la combustion appliqué à des poids de terre compris entre 150gr et 200gr.

	Azote ammoniacal.			Azote nitrique.			Azote total.		
	Avant.	Après.	Différence.	Avant.	Après.	Différence.	Avant.	Après.	Différence.
	mgr	mgr	mgr	mgr	mgr	mgr	mgr	mgr	mgr
b....	0,54	0,30	—0,24	0,75	7,95	+ 7,20	108,2	108,7	+ 0,5
c....	0,54	0,95	+0,41	0,75	19,03	+18,28	108,2	121,1	+12,9
d....	0,54	0,42	—0,12	0,75	12,90	+12,15	108,2	116,1	+ 7,9
e....	0,54	0,40	—0,14	0,75	16,82	+16,07	108,2	115,1	+ 6,9
f....	0,43	0,29	—0,14	1,92	10,45	+ 9,53	43,02	53,12	+10,1
g....	0,33	0,14	—0,19	0,28	2,74	+ 2,46	6,62	10,22	+ 3,6

» Dans le Tableau suivant figurent les gains de chaque lot entier, puis ceux qu'aurait faits, dans le cours d'une année, un hectare placé dans les mêmes conditions que mes terres. Je laisse de côté le lot *b* qui n'a presque rien gagné, résultat que je tenais d'avance pour certain. Ce lot n'en était pas moins un témoin que je devais placer à côté des autres lots, pour bien démontrer l'origine de l'azote gagné par eux.

	Gain pour 100gr de terre sèche.		Gain total de chaque lot. Poids du lot.	Surface du lot.	Gain.	Gain rapporté à l'hectare pendant un an.
	mgr		gr	dmq	mgr	kg
c......	12,9	en 495 jours	595	2,12	76,8	26,7
d.....	7,9	495	1517	2,22	119,8	34,8
e......	6,9	495	3284	2,25	226,9	83,1
f......	10,1	618	1493	1,91	123,3	38,0
g......	3,6	622	3243	1,93	116,7	35,0

» On remarquera que, dans les lots *c*, *d*, *e* d'une même terre, les quantités d'azote gagnées au contact de l'air vont en croissant quand on les rapporte à 100gr de terre sèche, et décroissent, au contraire, quand elles sont calculées pour les lots entiers. Ces deux faits ne se contredisent point. Les surfaces des lots étant les mêmes, l'enrichissement devait être d'autant plus marqué qu'il profiterait à une quantité moindre de terre, ce qui explique le premier fait. Mais, d'autre part, l'état d'humidité des surfaces n'a pas été le même pour les trois lots, et l'absorption d'ammoniaque a été d'autant plus prononcée que l'humidité a été plus persistante; ce qui explique le second fait.

» Il reste maintenant à faire subir aux gains rapportés à l'hectare deux corrections concernant, l'une les poussières, l'autre l'agitation de l'air.

» Les poussières recueillies du 16 mars 1886 au 18 juin 1887, sur une surface de 2^{dmq}, m'ont fourni $5^{mgr},07$ d'azote (dosé par le procédé Kjelhdal), quantité qui, rapportée à l'hectare et à l'année, donne $1^{kg},9$; c'est peu de chose.

» L'autre correction est plus importante. L'eau acidulée, exposée dans le canal à côté des terres et couvrant une surface de 2^{dmq}, a absorbé les quantités suivantes d'ammoniaque :

	mgr		mgr
Du 5 avril 1886 au 17 mai, en 42 jours.....	26,0	pour 1 jour et 1^{dmq}	0,303
Du 17 mai au 19 juillet, en 63 jours.......	40,7		0,330
Du 19 juillet au 22 novembre, en 126 jours.	78,1		0,302
Du 26 avril 1887 au 18 juin, en 53 jours...	42,6		0,348
		Moyenne.......	0,321

» D'autre part, d'anciennes expériences m'ont donné $0^{mgr},20$ pour la quantité d'ammoniaque absorbée en un jour par une surface d'eau acidulée de 1^{dmq}, exposée au libre contact de l'air (¹). Il convient donc de multiplier par la fraction $\frac{0,20}{0,321} = 0,62$ les gains d'azote ci-dessus rapportés à l'hectare, après en avoir retranché $1^{kg},9$, ce qui donne en définitive, pour les cinq terres *c*, *d*, *e*, *f*, *g*, des gains de $15^{kg},3$, $23^{kg},6$, $50^{kg},1$, $22^{kg},4$, $20^{kg},5$.

» Compris entre 15^{kg} et 50^{kg}, ces gains sont bien de même ordre que ceux obtenus en 1876 avec des terres dont les surfaces étaient en état permanent de sécheresse ou d'humidité. Mais ils ont été acquis par des terres privées de calcaire. Je montrerai dans une prochaine Communication que la présence de cet élément n'empêche nullement la fixation de l'ammoniaque atmosphérique. »

(¹) Sur le bord d'une fenêtre donnant en plein nord sur le quai d'Orsay. Il est bien probable que l'agitation de l'air y est moindre qu'en rase campagne, circonstance qui a réduit l'absorption de l'ammoniaque.

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Contribution à l'étude chimique de la Truffe.* Note de M. AD. CHATIN.

« TERRE ET TRUFFES DE DIJON. — 1° *Terre :*

Eau	1,65
Azote	0,13
Matières organiques autres que l'azote	3,00
Acide phosphorique	traces
Acide sulfurique	3,00
Chlore et iode	1,47
Chaux	46,09
Magnésie	0,43
Potasse	0,43
Soude	0,09
Peroxyde de fer, alumine	6,71
Oxyde de manganèse	traces
Silice	7,00
Acide carbonique et pertes	29,00
	100,00

» La grande proportion de calcaire fait de cette terre une sorte de marne.

» 2° *Truffes.* — 100gr de Truffes fraîches ont donné : eau, 75; matière sèche, 25, composée de :

Azote	2,08
Matières organiques, etc., sans l'azote	20,42
Cendres	2,50
	25,00

» Les cendres sont représentées par :

Acide phosphorique	18,90
Acide sulfurique	2,40
Chlore et iode	0,39
Chaux	7,50
Magnésie	0,85
Potasse	23,77
Soude	0,60
Peroxyde de fer et alumine (traces)	7,50
Oxyde de manganèse	traces
Silice	28,05
Acide carbonique et pertes	10,04
	100,00

» On remarquera que les Truffes des environs de Dijon, bien que venues dans un sol extraordinairement calcaire, ne sont pas plus riches en chaux que celles de terres de composition très différente, comme à Nérac et à Tullins. A un point de vue d'ordre inverse, on constate que les Truffes sont toujours riches en acide phosphorique, même là où la proportion de ce corps s'abaisse dans les terres.

» TERRE ET TRUFFES DE TULLINS (ISÈRE). — La truffière est placée sous un vieux châtaignier où le rabassier (chercheur de Truffes) Achard fouille les Truffes depuis plus de trente ans, mas de *Seurat*, renommé pour son beau vignoble à cépage de *Sirah*, importé de l'Hermitage.

» 1° *Terre*. — De couleur rougeâtre, elle repose sur un diluvium où les cailloux granitiques sont beaucoup plus nombreux que les cailloux calcaires.

» Sa composition est de :

Eau	20,00
Azote	0,15
Matières organiques et volatiles, sans l'azote	7,50
Chaux	1,60
Magnésie	0,50
Potasse	0,55
Soude	0,10
Peroxyde de fer, alumine	16,40
Oxyde de manganèse	traces
Acide phosphorique	traces
Acide sulfurique	2,50
Chlore et iode	1,55
Silice et résidu insoluble en acides	39,00
Acide carbonique et pertes	10,15
	100,00

» 2° *Truffes*. — Formées à peu près pour les trois quarts de Truffes de Périgord et pour le reste de Truffes de Bourgogne (*Tuber uncinatum*) et de Truffe-Fourmi (*Tuber brumale*), leur analyse donne, pour 100^{gr}, 25^{gr} de matière sèche, formée elle-même de :

Azote	4,10
Matières organiques et volatiles, sans l'azote	18,20
Cendres	2,80
	25,10

» La composition des cendres est la suivante :

Acide phosphorique	23,15
Acide sulfurique	2,15
Chlore et iode	0,36
Chaux	6,50
Magnésie	3,10
Potasse	24,40
Soude	1,20
Peroxyde de fer, alumine (traces)	8,40
Oxyde de manganèse	traces
Silice et résidu insoluble dans les acides	23,24
Acide carbonique et pertes	7,50
	100,00

» On notera encore la richesse assez grande des Truffes en acide phosphorique, en chaux et magnésie, contrastant avec la composition de la terre.

» Nous avons, à la suite de la plupart des analyses de Truffes et de terres, noté un certain nombre de faits ressortissant de ces analyses, faits qui peuvent être groupés en quelques aperçus généraux.

» Six corps : l'azote, le phosphore, la potasse, la chaux, le fer, le soufre, se présentent tout d'abord comme caractéristiques de la Truffe par leur notable proportion qui se maintient toujours élevée, même quand le sol ne contient que des quantités minimes de ces corps.

» L'azote, base des matières animalisées ou albuminoïdes, rend compte des qualités de la Truffe comme aliment plastique ; la proportion en est toujours considérable, même quand la Truffe a végété dans un sol maigre. D'où vient-il alors ? Sans doute de l'air confiné dans le sol.

» Le phosphore se maintient en proportion très forte, l'acide phosphorique entrant, en moyenne, pour plus de 25 pour 100 dans la composition des cendres ; il est suivi de près par la potasse, ces deux composés formant ensemble plus de la moitié du poids total des cendres, même quand le sol n'en contient que fort peu.

» La chaux fait, dans les cendres des Truffes, 7 à 8 pour 100 de la masse, que la terre soit formée de 50 pour 100 de calcaire, comme dans une truffière des environs de Dijon, ou en renferme à peine 1 pour 100, comme à Nérac et à Tullins.

» La proportion de l'oxyde de fer, encore notable, est d'à peu près 5 pour 100, que le sol soit très ferrugineux, ce qui est le cas ordinaire, ou qu'il soit à peine ocracé. Le soufre, partie constituante des matières protoplasmiques ou animalisées, entre dans celles-ci avec l'azote.

» Il ne semble pas douteux que tous ces corps, parties essentielles de la Truffe, ne puissent être concentrés dans et par celle-ci, jusqu'à concurrence de ce qui est nécessaire à sa constitution, l'excédent étant rejeté par elle, sous forme d'excrétions exosmotiques, là où la terre fournit en excès à l'absorption tel ou tel de ces éléments qu'on peut ici appeler éléments *princeps*. Le temps est loin aujourd'hui où quelques physiologistes, aux expériences minutieusement mal faites, attaquaient ce qu'ils appelaient l'*hypothèse des excrétions*.

» Il est encore cinq corps qui, bien que jouant un moindre rôle que les précédents dans la constitution de la Truffe, ne sont toutefois pas négligeables : ce sont la soude, la magnésie, le manganèse, le chlore et l'iode.

» La soude, bien que ne suivant la potasse que de très loin, se trouve toujours dans la Truffe en proportion notable, relativement à ce qu'en contenait le sol. Cette proportion, en moyenne de 1 pour 100 du poids des cendres, peut s'élever jusqu'à 6 pour 100 (Truffes de Cahors).

» La magnésie, satellite de la chaux, se présente à peu près dans les mêmes proportions que la soude, et, fait singulier, s'accroît comme celle-ci dans la Truffe de Cahors, où sa porportion (7 pour 100) est presque la même que celle de la chaux.

» Le manganèse, jusque-là non signalé, paraît se trouver dans toutes les Truffes : bien qu'en proportion minime, le fait même de sa présence n'est pas sans intérêt, quand on considère qu'on lui attribue en thérapeutique la même propriété qu'au fer.

» Quant au chlore et à l'iode, ce dernier reconnu, comme le manganèse, pour la première fois, ils complètent, au point de vue de l'hygiène, la constitution de la Truffe comme aliment, étant donnée leur présence dans les composés nutritifs par excellence, les œufs et le lait, ainsi que dans toutes les humeurs animales.

» La composition chimique est-elle la même dans les diverses espèces de Truffes, ou varie-t-elle avec celles-ci?

» Il serait intéressant de faire porter, à ce point de vue, les recherches sur un grand nombre d'espèces, et notamment de comparer les espèces silicicoles, comme le Terfâz des Arabes et le *Tuber bituminatum* des Vosges, aux espèces calcicoles, et de dégager, dans les résultats, ce qui peut appartenir au sol de ce qui serait attribut de l'espèce [1].

---

[1] J'espère recevoir prochainement, de Tunisie, le Terfâz et la terre arénacée dans laquelle il croît.

» Je ne peux, faute de matériaux, comparer entre elles que deux espèces calcicoles, la Truffe de Périgord (*Tuber melanosporum*), et la Truffe de Bourgogne (*Tuber uncinatum*).

» Des différences de quelque importance se présentent pour l'acide phosphorique, dont la proportion a été trouvée sensiblement plus faible dans la Truffe de Bourgogne-Champagne que dans la Truffe de Périgord; les moins phosphorées de celles-ci (celles de Savignac-les-Églises et de Dégagnac) l'emportent encore sur elles.

» L'azote aussi a été trouvé en proportion moindre dans la Truffe de Bourgogne que dans celle de Périgord.

» Le lot de Truffes de Tullins, composé d'un mélange de Truffes de Périgord (pour les trois quarts), de Truffes de Bourgogne et de *Tuber brumale* (pour un quart), avait une proportion d'acide phosphorique intermédiaire.

» Quoi qu'il en soit de ce point spécial, il ressort de toutes les analyses que la Truffe est un aliment complet, riche en matières azotées, en composés minéraux les plus essentiels à la vie animale, et non dépourvu d'aliments respiratoires (matières grasses, mannite, acides végétaux).

» Qu'il me soit permis, en terminant, de revenir, pour y insister, sur les grands désaccords qui peuvent exister entre la composition des Truffes et celle de la terre de leurs truffières.

» La richesse même des Truffes en azote, constamment la même, que les Truffes se soient développées dans une bonne terre chargée d'humus ou dans les maigres garriques et galluches de la Provence et du Poitou soulève la question suivante [1].

» La Truffe ne serait-elle pas (et sans doute avec elle beaucoup de Champignons et d'autres Tubéracées, notamment le Terfâz des sables d'Afrique et d'Arabie) une plante *sidérale* s'emparant, comme les Légumineuses, ou plutôt comme les Chénopodées, dépourvues des tubercules à microbes de ces dernières, de l'azote de l'air confiné dans le sol? Cette hypothèse me paraît mériter qu'on s'y arrête, nonobstant cette objection, qu'on ne saurait taire, que la Truffe recevrait des radicelles de son hôte, chêne, etc., un aliment déjà condensé à son profit.

» D'autre part, les nitrates, dont la présence dans la Truffe a été signalée par M. J. Lefort, n'auraient-ils pas ici un rôle actif consistant à trans-

---

[1] L'analyse sommaire d'une galluche de Beuxe, en Loudunois, a donné : fragments calcaires, 50; argile et fer, 35,5; sable quartzeux, 15; terre végétale, 2,5 sur 100.

mettre aux matières albuminoïdes en formation l'azote pris par eux dans le sol pour leur propre constitution?

» Les analyses comparées des Truffes et de la terre des truffières montrent bien, d'ailleurs, que ce n'est pas seulement l'azote, mais les éléments minéraux essentiels des cendres : phosphore, potasse, chaux, fer, etc., qui se présentent en proportion généralement fixe et élevée dans les Truffes, qu'ils soient rares ou abondants dans le sol des truffières. D'où cette conséquence que les Truffes auraient toujours, sous réserve du concours qu'apportent à leur développement les arbres dans le voisinage intime desquels elles sont placées, la faculté d'*emmagasiner*, jusqu'à un certain *quantum*, les principes que les terres maigres ne leur livrent qu'avec parcimonie. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur la théorie et le mode d'emploi des appareils séismographiques.* Note de M. **G. Lippmann.**

« La Commission des tremblements de terre, nommée par l'Académie, ayant entrepris l'étude des appareils séismographiques, j'ai eu l'occasion, comme membre de cette Commission, de m'occuper de la théorie de ces instruments et du problème qu'il est nécessaire de résoudre quand on veut en faire usage.

» Considérons, pour fixer les idées, un pendule séismographe, tel que ceux que l'on emploie le plus fréquemment en Europe; on sait qu'il se compose d'un pendule dont l'axe de suspension est solidaire du sol, et qui est mobile dans un plan déterminé; le pendule porte un style qui appuie sur un papier, qu'un mouvement d'horlogerie entraîne horizontalement et avec une vitesse uniforme dans une direction perpendiculaire au plan d'oscillation; ce mouvement d'horlogerie est solidaire du sol. Un séisme vient-il à se produire, on recueille sur le papier une courbe plus ou moins accidentée. Or cette courbe ne représente pas la loi du mouvement du sol. Il eût fallu, en effet, pour qu'il en fût ainsi, que le style fût demeuré immobile dans l'espace. Il n'en est rien; car, l'axe de suspension du pendule remuant avec le sol, il est clair que le pendule ne tarde pas à osciller. La courbe recueillie représente donc un mouvement relatif, résultat de la superposition du mouvement du sol et du mouvement acquis par le pendule. Le problème à résoudre consiste donc à éliminer ce dernier mouve-

ment, c'est-à-dire à déduire de la courbe recueillie celle qui aurait eu lieu si le style était demeuré immobile dans l'espace.

» Notre Confrère M. H. Poincaré a résolu ce problème en considérant le cas d'un mouvement du sol rectiligne et horizontal, et d'un pendule simple exécutant des oscillations infiniment petites; il a en outre calculé le mouvement du pendule en admettant que le déplacement du sol soit une fonction sinusoïdale du temps. L'analyse de M. Poincaré a été publiée dans l'Ouvrage [1] de notre Confrère M. Fouqué.

» Afin d'obtenir une solution plus générale et applicable à divers appareils séismographiques, considérons le cas d'une masse de forme arbitraire, mobile autour d'un axe AA', de direction quelconque, et soumise à des forces (pesanteur, ressorts, frottements) dont le moment au temps t par rapport à AA' est désigné par $\mathfrak{M}$; l'axe AA' solidaire du sol est par suite assujetti à se déplacer parallèlement à lui-même suivant une loi quelconque. Quelle est l'équation différentielle du mouvement? Soient x, y, z les coordonnées au temps t d'un point de AA' par rapport à trois axes de coordonnées rectangulaires, fixés dans l'espace. Je suppose l'axe OZ parallèle à AA', l'axe OY parallèle à la position qu'occupe le plan P, contenant l'axe AA' et le centre de gravité G, lorsque l'appareil est en équilibre. Soient M la masse du pendule, a la distance du centre de gravité G à AA'; soit Σmr^2 le moment d'inertie par rapport à AA'; enfin soit α la déviation angulaire du plan P au temps t. On trouve l'équation

$$(1) \qquad Ma(x''\cos\alpha - y''\sin\alpha) + \Sigma mr^2\alpha'' - \mathfrak{M} = 0.$$

» Dans cette équation x et y sont des fonctions inconnues; α au contraire est donné en fonction du temps, car la déviation angulaire est mesurée par l'abscisse correspondante de la courbe recueillie.

» La seule équation (1) ne permet pas de déterminer à la fois x et y; il n'est donc pas exact d'admettre, comme on le fait d'ordinaire, qu'un appareil inscripteur puisse fournir, à lui seul, l'une des composantes du mouvement. Mais, en employant deux appareils convenablement orientés, on peut obtenir deux équations en x'' et y'' de la forme de (1); on en tirera x'' et y'' et, par suite, x et y à l'aide de simples quadratures.

» *Pendule séismographe*. — L'axe AA' est horizontal; x'' représente une composante horizontale de l'accélération du mouvement du sol; y'', l'ac-

[1] F. Fouqué, *Les tremblements de terre*, p. 46 et 47. J.-B. Baillière; 1889.

célération verticale. Le mouvement directeur est dû à la pesanteur; on peut supposer en outre un amortissement proportionnel à la vitesse angulaire.

» L'équation (1) devient donc, dans ce cas,

$$(2)\qquad Ma(x''\cos\alpha - g''\sin\alpha) + \Sigma mr^2\alpha'' + Mag\sin\alpha + k\alpha' = 0,$$

k étant une constante et g l'intensité de la pesanteur. Le coefficient de $\sin\alpha$ est $Ma(g - g'')$; g valant près de 10^m et y'' n'étant que de quelques millimètres en moyenne, on peut, avec une grande approximation, négliger y'' devant g. En résolvant (2) par rapport à x'', en intégrant deux fois et en tenant compte de ce que les constantes introduites par l'intégration sont nulles (pour $t = 0$, $x = 0$, $x' = 0$), il vient

$$(3)\quad x = -\frac{\Sigma mr^2}{Ma}\int_0^t dt\left[\int_0^t \frac{\alpha''}{\cos\alpha}dt\right] - g\int_0^t dt\left[\int_0^t \operatorname{tang}\alpha\, dt\right] - \frac{k}{Ma}\int_0^t \alpha\, dt.$$

» Il reste à déterminer la valeur des coefficients placés devant les intégrales. A cet effet, faisons osciller le pendule avec une petite amplitude, et recueillons la courbe tracée dans ces conditions.

» L'équation différentielle du mouvement s'obtient en faisant dans (2) $x'' = 0$, $y'' = 0$. Il vient

$$(4)\qquad \frac{\Sigma mr^2}{Ma}\alpha'' + \frac{k}{Ma}\alpha' + g\alpha = 0;$$

c'est, comme on pouvait s'y attendre, l'équation relative aux oscillations du pendule amorti. L'intégrale de (4) est

$$(4')\qquad \alpha = \alpha_0 e^{\frac{\lambda}{T}t}\sin\frac{2\pi t}{T},$$

λ représentant le décrément logarithmique et T la période des oscillations. La courbe recueillie fournit expérimentalement les valeurs de λ et T.

» Supposons, d'autre part, que l'on supprime l'amortissement : alors k est égal à 0; l'équation (4) se réduit à

$$(5)\qquad \frac{\Sigma mr^2}{Ma}\alpha'' + g\alpha = 0.$$

» L'intégrale correspondante est

$$(5')\qquad \alpha = \alpha_0\sin\frac{2\pi t}{T_1}.$$

» La période T_1 s'obtient encore par voie d'inscription en recueillant la courbe tracée par le pendule dans ces conditions.

» En substituant dans (4) son intégrale (4') de λ et dans (5) son intégrale (5'), on obtient des équations de condition d'où l'on tire

$$\frac{\Sigma mr^2}{Ma} = \frac{gT_1^2}{4\pi^2}; \qquad \frac{k}{Ma} = \frac{-\lambda}{T}\frac{gT_1^2}{4\pi^2}.$$

» Finalement, l'équation (3) devient

$$(6)\quad x = -\frac{gT_1^2}{4\pi^2}\int_0^t dt \int_0^t \frac{\alpha''}{\cos\lambda}\,dt - g\int_0^t dt\left(\int_0^t \operatorname{tang}\alpha\,dt\right) + \frac{\lambda}{T}\frac{gT_1^2}{4\pi^2}\int_0^t \alpha\,dt.$$

» Cette équation se simplifie si l'on admet que α soit assez petit pour que $\operatorname{tang}\alpha$ se confonde avec α; il en sera ainsi si la longueur du pendule est de plus d'un décimètre; car, en fait, x et y atteignent à peine quelques millimètres. On a alors

$$(7)\qquad x = -\frac{gT_1^2}{4\pi^2}\alpha - g\int_0^t dt\left(\int_0^t \alpha\,dt\right) + \frac{\lambda}{T}\frac{gT_1^2}{4\pi^2}\int_0^t \alpha\,dt.$$

» En résumé, quelles sont les opérations à exécuter pour obtenir la loi d'un tremblement de terre? Il faut : 1° faire usage d'un pendule ayant un ou plusieurs décimètres de longueur; 2° déterminer x à l'aide de l'équation (7).

» Les valeurs de α sont données par les ordonnées de la courbe tracée pendant le séisme. Quant aux coefficients de l'équation (7), qui sont en quelque sorte les constantes de l'appareil, on les détermine une fois pour toutes par une double expérience à blanc, c'est-à-dire exécutée pendant que le sol est en repos : on laisse le pendule inscrire, d'une part avec amortissement, d'autre part sans amortissement; les courbes ainsi recueillies font connaître λ, T et T_1 et, par conséquent, fournissent une fois pour toutes les coefficients de (7).

» *Séismographe à charnière ou bracket.* — L'appareil à charnière ou bracket, employé par les observateurs anglais au Japon, se compose essentiellement d'une masse mobile autour d'un axe vertical, à la manière d'une girouette ou d'un battant de porte.

» Si l'on suppose d'abord la masse parfaitement libre autour de son axe, on obtient l'équation différentielle du mouvement en faisant $\mathfrak{M} = 0$ dans (1); il vient

$$Ma(x''\cos\alpha - y''\sin\alpha) + \Sigma mr^2\alpha'' = 0.$$

» Dans ces conditions, en les supposant réalisables, l'appareil n'a pas de position d'équilibre, et, après un séisme, il continuerait en général à tourner indéfiniment autour de son axe.

» Si l'on supposait une charnière avec un frottement appréciable, l'appareil aurait une infinité de positions d'équilibre, et il ne marquerait que pour les accélérations séismiques supérieures à une certaine limite. Il semble donc préférable de donner au système une force directrice, soit en remplaçant les charnières par des ressorts élastiques, soit en inclinant l'axe de rotation d'un angle φ sur la verticale. Il suffit alors de remplacer, dans l'équation (7), g par $g \sin \varphi$, et d'opérer d'ailleurs comme il a été dit plus haut.

La théorie précédente s'étend sans difficulté aux appareils à déplacement rectiligne, tel que celui que l'on emploie pour déterminer la composante verticale du mouvement séismique. »

ÉLECTRICITÉ. — *Note historique sur les piles à électrolytes fondus;* par M. **Henri Becquerel.**

« Dans les *Comptes rendus* de la séance du 17 février dernier, M. Lucien Poincaré a présenté une Note fort intéressante *Sur les piles à électrolytes fondus, et sur les forces thermo-électriques à la surface de contact d'un métal et d'un sel fondu.* Cette Note débute ainsi :

» On peut constituer des éléments de pile en plongeant dans un sel fondu, ou porté à une température assez élevée pour devenir conducteur, deux métaux de nature différente; on n'a pas, jusqu'à présent, étudié les systèmes ainsi formés....

» Les systèmes dont il est question ont été, au contraire, proposés depuis longtemps comme sources d'électricité; ces travaux paraissant peu connus aujourd'hui, la citation rapportée plus haut en est une preuve, je les rappellerai en quelques mots.

» Les courants électriques obtenus en prenant pour électrolyte un sel en fusion ont été observés, il y a plus de trente-cinq ans, par mon grand-père A.-C. Becquerel [1]. Le dégagement d'électricité accompagnait, soit la combustion du charbon soit l'oxydation de divers métaux aux dépens de l'électrolyte.

---

[1] Voir notamment Becquerel et E. Becquerel, *Traité d'Électricité et de Magnétisme*, p. 183 et suiv.; 1855.

» L'une des dispositions consistait à fondre du nitrate de potasse dans un creuset de platine et à y plonger une tige de charbon dont la pointe était incandescente. Une autre disposition, appelée *couple pyro-électrique*, consistait à plonger deux métaux différents, une tige de fer et une tige de cuivre, dans un silicate en fusion, par exemple dans un mélange de verre et de carbonate de soude fondus. On recueillait aux extrémités des deux tiges un courant électrique constant quatre fois moins fort que le courant donné dans les mêmes conducteurs par une pile à acide nitrique; on avait donc une force électromotrice de $\frac{1}{2}$ volt environ. On pouvait avec ces couples produire des électrolyses diverses ; l'assimilation aux piles hydro-électriques était complète, et l'auteur signalait les couples pyro-électriques comme pouvant servir à utiliser la chaleur perdue dans les fourneaux des usines.

» En 1877, M. Jablochkoff [1] proposa de nouveau comme source d'électricité la combustion du charbon dans les nitrates.

» En 1882, M. Brard [2] publia deux Notes sur le dégagement d'électricité produit par la combustion du charbon dans les nitrates, et construisit une sorte de briquette-pile qui, placée dans un foyer, donnait en se consumant un dégagement continu d'électricité. Ce travail constitue l'une des tentatives les plus intéressantes sur l'application pratique des courants pyro-électriques.

» Enfin, tout récemment, en 1888, MM. Fabringi et Farkas [3] ont présenté à l'Académie des modifications à la disposition proposée par M. Jablochkoff, dans le but de rendre le courant plus constant.

» Cette question a donc, comme on le voit, attiré, à plusieurs reprises, l'attention des savants et des inventeurs; les tentatives d'application ont eu principalement en vue la combustion du charbon, tandis que l'étude importante de M. Lucien Poincaré, tout en étant indépendante des travaux antérieurs, s'applique directement aux couples pyro-électriques imaginés par mon grand-père.

» Je saisis cette occasion d'appeler de nouveau l'attention sur le dégagement d'électricité dans les couples pyro-électriques; il semble que ces phénomènes, selon l'idée de celui qui les a découverts, puissent devenir

---

(1) *Comptes rendus*, t. LXXXV, p. 1052.

(2) *Ibid.*, t. XCV, p. 890 et 1158.

(3) *Ibid.*, t, CVI, p. 1197.

la source d'applications importantes, en permettant d'utiliser la chaleur perdue dans certaines industries.

» La chaleur du foyer, en effet, n'intervient dans ces couples que pour maintenir l'électrolyte à l'état de liquide conducteur; elle n'est pas transformée en électricité, de sorte qu'un appareil pyro-électrique, encastré dans un fourneau servant à d'autres usages, ne donnera pas lieu à une dépense spéciale de combustible pour la production de l'électricité. La production économique de l'électricité, dans ces conditions, dépendra du prix de revient des matières, métaux et sels fondus, à la réaction chimique desquelles est emprunté le travail. »

GÉOGRAPHIE. — *Atlas* facsimile *pour servir à l'histoire de la première période de la Cartographie; par M.* A.-E. NORDENSKIÖLD [1]. Présentation par M. **DAUBRÉE.**

« Notre illustre Correspondant M. Nordenskiöld m'a prié de présenter à l'Académie l'Atlas qu'il vient de publier pour servir à l'histoire de la première période de la Cartographie.

» L'histoire de la Géographie, à l'époque des grandes découvertes qui ont marqué d'une manière si mémorable la fin du XVe et le XVIe siècle, ne peut guère être comprise sans une étude comparative des Cartes que l'on possédait à cette époque. C'est en effet sur ces documents que les explorateurs se fondaient pour courir à de nouvelles entreprises.

» A ce point de vue, les Cartes imprimées, en raison de leur propagation plus étendue, jouaient un rôle non moins important que les Cartes manuscrites, dont il n'existait que des exemplaires peu nombreux et jalousement renfermés dans des archives d'État ou dans les comptoirs de marchands aventureux.

» Mais les Cartes imprimées de cette période sont elles-mêmes devenues rares, et peu de bibliothèques en possèdent des collections. Aussi ces utiles renseignements sont-ils difficilement accessibles.

» C'est ce qui a conduit M. Nordenskiöld à publier une collection systématique des Cartes les plus importantes *imprimées* pendant cette première période. Les Cartes *manuscrites*, dont on possède déjà des Atlas

---

(1) A.-E. NORDENSKIÖLD, *Facsimile Atlas.*

bien connus de Jomard, de Santarem et d'autres, ont été exclues. Quelques Cartes imprimées, de grand format, n'y figurent pas non plus, parce que la réduction qui aurait été nécessaire pour les représenter leur eût fait perdre une partie de leur intérêt.

» L'Atlas *facsimile*, de dimension grand in-folio, comprend 41 Cartes, qui toutes, excepté une, ont été reproduites à la grandeur de l'original. De plus, 84 autres Cartes, la plupart réduites, mais avec l'indication de leurs dimensions, sont insérées dans le texte explicatif.

» Les unes et les autres ont été exécutées très habilement par la photolithographie, de telle sorte que tous les détails du dessin et de l'écriture peuvent y être étudiés aussi nettement que sur les originaux. Beaucoup de ces Cartes appartiennent à la collection de l'Auteur; l'établissement ou la personne propriétaire de chacune d'elles est indiqué sur les *index*.

» Le texte, écrit en suédois par M. Nordenskiöld, a été traduit en anglais par MM. J.-A. Ekelöf et Clément-R. Markham.

» Ce texte est divisé en dix Parties.

» I. *Atlas géographiques de Ptolémée*. — Les Cartes annexées aux plus anciennes éditions de la *Géographie* de Ptolémée constituent le prototype de presque tous les Atlas géographiques publiés depuis la découverte de l'imprimerie.

» Non seulement les règles et les directions données par le grand géographe pour le dessin des Cartes et la représentation des continents et des océans sont encore pratiquées; mais aussi les méthodes pour figurer les limites des terres et des mers, les montagnes, les rivières et les villes y sont suivies, à part très peu de variations, conformément aux anciens manuscrits et aux premières éditions imprimées. Son mode d'orientation, sa graduation et très souvent aussi ses projections y sont conservés.

» II. *Éditions de la* Géographie *de Ptolémée*. — Au commencement du xve siècle, la connaissance de la langue grecque était très limitée en Occident, même parmi les hommes instruits. L'immense influence qu'a exercée Ptolémée a commencé à l'époque à laquelle son œuvre fut traduite en latin. M. Nordenskiöld signale des éditions, au nombre de 56, qui ont paru depuis celle de Bologne de 1472, parmi lesquelles plusieurs n'avaient pas encore été mentionnées. L'une de celles-ci, des plus anciennes, est très remarquable au point de vue cartographique. Déjà 33 éditions avaient été imprimées antérieurement à 1570.

» III. *Pseudo-éditions de Ptolémée; erreurs et mérites de Ptolémée.* — Vingt-six œuvres, qui avaient été faussement comptées parmi les Géographies de Ptolémée, en ont été éliminées. Quelques-unes des erreurs de ces œuvres diverses méritent l'attention; l'Auteur fait ressortir leurs causes et leurs effets.

» IV. *Anciens Atlas non ptolémaïques.* — Les Cartes marines, Portulans ou Cartes loxodromiques, y sont l'objet d'une attention particulière.

» V. *Extension de l'Oïkumène de Ptolémée vers le nord et le nord-ouest.* — L'Atlas du monde connu se terminait, dans les Cartes de Ptolémée, au 63e degré de latitude nord. Plusieurs géographes du moyen âge composèrent des Cartes complètement différentes de l'ancien type, qui servent à suivre les progrès successifs.

» VI. *Les premières Cartes du nouveau monde et des parties récemment découvertes de l'Afrique et de l'Asie.*

» On suppose généralement que les heureux voyages des Portugais dans la *Regio perusta* ou *Regio inhabitabilis propter nimium calorem;* et la découverte du nouveau monde par Colomb ont dû produire immédiatement une grande impression dans la chrétienté. Il semble que l'on aurait dû comprendre l'immense importance de cet accroissement subit de régions adaptées à l'usage de l'humanité; car ces continents et îles immenses, avec la fertilité d'un sol vierge, pouvaient donner à des millions d'êtres vivants des moyens de subsistance plus faciles, plus riches et plus abondants que l'ancien monde, avec sa population dense, son sol appauvri et d'autres conditions défavorables. Cependant il fut bien loin d'en être ainsi.

» Les découvertes capitales dont il s'agit furent reçues avec indifférence, même par les hommes qui auraient paru devoir apprécier le développement qui devait en résulter pour les conditions politiques et économiques de l'humanité. La vérité de cette assertion se reconnaît facilement, si l'on prend la peine d'étudier l'ancienne littérature originale.

» VII. *Globes terrestres à partir du* XVe *siècle et dans la première partie du* XVIe *siècle.*

» VIII. *Projections de Cartes.* — On trouve ici un aperçu des modes de projections employés pour les Cartes : 1° avant le commencement du XVe siècle; 2° pendant le XVe siècle; 3° pendant la première partie du XVIe siècle; 4° enfin entre 1550 et 1600. A cette dernière époque appartiennent les méthodes de Mercator, qui ont exercé une influence si puis-

sante sur les progrès de la navigation. Une longue légende, inscrite sur la Carte de 1569, explique le principe du nouveau procédé et son utilité pour la navigation.

» IX. *Fin de la première période de la Cartographie.*

» X. *Commencement de la nouvelle période. Abraham Ortelius, Gérard Mercator et d'autres.*

» Le texte, concis et plein d'érudition, fait bien comprendre le haut intérêt que présente la riche collection de Cartes réunie dans l'Atlas dont il s'agit. L'exécution de toutes ses parties est excellente. Cette œuvre monumentale sera accueillie avec reconnaissance par les Géographes, qui pourront désormais posséder et consulter à loisir une foule de documents très intéressants et rares. C'est un nouveau service à ajouter à ceux que M. Nordenskiöld a déjà rendus à la Science, sous une autre forme, dans ses intrépides explorations polaires, au Spitzberg, au Groenland et dans l'Océan glacial de Sibérie. »

M. E. Levasseur, Membre de l'Académie des Sciences morales et politiques, en présentant à l'Académie des Sciences un exemplaire d'un Ouvrage en deux Volumes, intitulé : « Le Brésil », s'exprime comme il suit :

« Le premier Volume, qui contient le texte, est le développement d'un travail qui a paru dans *La Grande Encyclopédie*, et que j'ai rédigé avec le concours de plusieurs savants brésiliens ; le second est un album de 100 vues du Brésil, la plupart inédites, exécutées sous la direction du baron de Rio Branco.

» J'ai cru devoir faire hommage de cet Ouvrage à l'Académie des Sciences :

» 1° Parce que la Géographie rentre dans ses attributions et que l'Ouvrage est un exposé de l'état géographique, politique et économique du Brésil à la fin d'une période de son histoire et des progrès accomplis par ce pays durant les deux périodes coloniale et impériale ;

» 2° Parce que l'Ouvrage a été honoré de la collaboration d'un membre de cette Académie : S. M. l'empereur du Brésil a rédigé un Mémoire sur la langue Tupi, qui est inséré en appendice, et a envoyé une partie des photographies qui ont servi à composer l'Album. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination de deux candidats qui doivent être présentés à M. le Ministre de l'Instruction publique, pour la chaire de Chimie appliquée aux corps organiques, actuellement vacante au Muséum d'Histoire naturelle.

Au premier tour de scrutin, destiné au choix du premier candidat, le nombre des votants étant 41,

M. Arnaud [1] obtient	35 suffrages
M. Maquenne obtient.	5 »

Au second tour de scrutin, destiné au choix du second candidat, le nombre des votants étant 40,

M. Maquenne obtient.	40 suffrages

En conséquence, la liste présentée par l'Académie à M. le Ministre de l'Instruction publique comprendra :

En première ligne.	M. **Arnaud**
En seconde ligne.	M. **Maquenne**

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. **Tourneur** adresse une Note relative à un « manomètre d'usine ».

(Commissaires : MM. Maurice Lévy, Haton de la Goupillière.)

M. A. **Chabrol** adresse une nouvelle Note relative à son appareil destiné au service des gares, pour connaître la vitesse ou les arrêts des trains en marche.

(Renvoi à la Section de Mécanique.)

---

(1) C'est par erreur que, dans la présentation de la Section de Chimie, faite en Comité secret dans la séance précédente (p. 426), on a imprimé *M. Arnoult;* c'est *M. Arnaud* qu'il faut lire.

M. **Lefèvre** adresse une nouvelle Note concernant son télégraphe imprimant.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

MM. **A. Roujou** et **G. Pradier** adressent une Note relative à divers instruments destinés à la transmission des vibrations sonores, par des courants électriques actionnant des électro-aimants.

(Commissaires : MM. Cornu, Mascart.)

M. **Th. Burgal** adresse une Note relative aux lois de l'attraction universelle.

(Renvoi à la Section d'Astronomie.)

M. **Ch. Pujo** demande l'ouverture d'un pli cacheté, déposé par lui le 1er juillet 1889 et inscrit sous le n° 4422. Ce pli, ouvert en séance par M. le Secrétaire perpétuel, contient une Note relative à un traitement des vignes phylloxérées, par l'ichthyol et ses dérivés.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

M. **Aubert** adresse pour le concours de Statistique, par l'entremise de M. Larrey, un Mémoire manuscrit portant pour titre : « Topographie médicale de la ville de Bourg-en-Bresse ».

(Renvoi au concours de Statistique.)

CORRESPONDANCE.

M. **Léauté** prie l'Académie de vouloir bien le comprendre parmi les candidats à la place vacante dans la Section de Mécanique, par suite du décès de M. *Phillips*.

(Renvoi à la Section de Mécanique.)

ASTRONOMIE. — *Observations de la nouvelle planète Luther (Hambourg, 24 février 1890), faites à l'observatoire de Paris (équatorial de la tour de l'Est)*; par Mlle **D. Klumpke**. Communiquées par M. Mouchez.

Dates 1890.	Étoiles de comparaison.	Grand.	Planète-Étoile. Æ.	Planète-Étoile. Déclinaison.	Nombre de comp.
			m s	′ ″	
Févr. 27.	2189 BD + 15° = 237 W_2	8,7	+1.11,06	»	9
27.	»	»	»	+ 50,9	5
28.	2187 BD + 15	9,5	+ 59,17	−1.59,8	21.12

Positions des étoiles de comparaison.

Dates 1890.	✱.	Ascension droite moyenne 1890,0.	Réduction au jour.	Déclinaison moyenne 1890,0.	Réduction au jour.	Autorités.
		h m s	s	° ′ ″	″	
Févr. 27.	237 W_2	10.13.47,04	+0,79	+15.13.42,5	−3,8	Weisse₂
28.	2187 BD + 15	10.13.20,25	+0,79	+15.21.32,8	−3,8	Rapportée à 228 W_2
	2188 BD + 15 = 228 W_2	10.13.21.96	+0,79	+15.13.10,7	−3,8	Weisse₂

Positions apparentes de la planète.

Dates. 1890.	Temps moyen de Paris.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parall.	Déclinaison apparente.	Log. fact. parall.
	h m s	h m s		° ′ ″	
Févr. 27........	15.10.39	10.14.58,89	$\bar{1}$,506	»	»
27........	15.29.39	»	»	+15.14.29,6	0,750
28........	10. 7.15	10.14.20,21	$\bar{1}$,197$_n$	+15.19.29,2	0,701

» 27 *février*. — Ciel fort nuageux, suivi d'une belle éclaircie, de trop courte durée, toutefois, pour pouvoir faire une observation complète.

» Les 3 et 4 mars, l'étoile 2187 BD + 15° a été rapportée à 228 W_2. A cause des nuages, on n'a pu faire qu'un petit nombre de comparaisons :

	Nombre de comparaisons.	
3 mars, par angles de position et distances..........	8.8	fils fins, champ éclairé
4 mars, par différences d'ascension droite et de déclinaison..	7.7	»

MAGNÉTISME. — *Sur l'aimantation transversale des conducteurs magnétiques.* Note de M. **Paul Janet**, présentée par M. Poincaré.

« Lorsqu'un conducteur dans lequel circule un système quelconque de courants électriques est formé, en tout ou en partie, d'une substance magnétique, il s'aimante sous l'influence des forces non conservatives dont nous avons étudié les principales propriétés dans une précédente Communication ([1]). Je désignerai, pour abréger, sous le nom d'*aimantation transversale* cette aimantation induite de seconde espèce.

» *Équations générales de l'aimantation transversale induite.* — 1° Lorsque le coefficient d'aimantation k est constant, on démontre sans peine le théorème suivant : *Le magnétisme transversal induit est purement superficiel.*

» C'est la généralisation d'un théorème bien connu. Il en résulte que, en appelant Ω le potentiel du magnétisme induit, F_n la composante normale de la force non conservative en un point de la surface, l'équation qui définit Ω est

$$\Omega = k\int \frac{1}{r}\,\frac{d\Omega}{dn}\,dS - k\int \frac{1}{r}\,F_n\,dS.$$

» Cette équation peut se ramener à celle de l'aimantation induite de première espèce, en remarquant que la fonction $V = -k\int \frac{1}{r}\,F_n\,dS$ est un potentiel; et, en posant $\Omega - V = \Omega'$, il vient

$$\Omega' = k\int \frac{1}{r}\,\frac{d\Omega'}{dn}\,dS + k\int \frac{1}{r}\,\frac{dV}{dn}\,dS.$$

La belle méthode de C. Neumann pour trouver Ω' s'applique immédiatement.

» 2° Si k n'est pas constant, les deux équations solénoïdales qui expriment la conservation du flux d'induction donnent immédiatement les équations aux dérivées partielles qui définissent Ω.

» *Application aux cylindres quelconques.* — La force électromagnétique, en un point d'un cylindre quelconque parcouru par un courant dans le sens de sa longueur, est égale et perpendiculaire à la force newtonienne en

([1]) *Comptes rendus*, t. CX, p. 336.

ce point. Soit ds un élément d'arc de la section droite. L'équation générale devient

$$\Omega = -2k\int \log r \frac{d\Omega}{dn} ds + 2k\int \log r F_n ds,$$

Ω n'étant plus fonction que des deux variables x et y.

» Soient H le potentiel vecteur en un point, Ψ la fonction conjuguée de Ω en ce point. L'équation des lignes d'aimantation est

$$(1)\qquad H = \Psi + C.$$

» *Application au cylindre elliptique.* — L'intégrale $\int \log r F_n ds$ s'effectue en posant

$$\cos\theta + i \sin\theta = z,$$

θ étant l'anomalie d'un point de l'ellipse. L'équation générale devient (pour un courant de densité 1)

$$\Omega = -2k\int \log r \frac{d\Omega}{dn} ds - k\mu xy,$$

μ étant une certaine constante.

» On satisfait à cette équation en posant

$$\Omega = \nu xy,$$

ν étant une autre constante. On en déduit le théorème suivant : *La densité superficielle du magnétisme libre, en un point de la surface du cylindre elliptique aimanté transversalement, est égale à la densité qu'aurait en ce point une couche d'électricité négative en équilibre, multipliée par le produit des coordonnées de ce point.*

» Il en résulte que le cylindre est partagé en quatre quadrants, alternativement positifs et négatifs ; l'observateur d'Ampère, placé suivant l'axe du cylindre et regardant dans la direction du grand axe de l'ellipse, voit à sa gauche et en face les régions positives (magnétisme austral).

» Ces dernières conséquences sont entièrement vérifiées par l'expérience sur l'aimantation transversale résiduelle de cylindres elliptiques en acier : c'est le premier exemple d'une aimantation *apparente* produite par un champ non conservatif.

» Les lignes d'aimantation données par l'équation (1) sont des ellipses semblables, moins aplaties que le cylindre.

» *Application au tube cylindrique à sections elliptiques homofocales.* — Une méthode analogue à la précédente permet encore de trouver dans ce cas, sous forme explicite, la fonction Ω, potentiel du magnétisme induit. »

OPTIQUE. — *Sur la localisation des franges d'interférence produites par les miroirs de Fresnel.* Note de M. **Charles Fabry**, présentée par M. Lippmann.

« Les franges produites par les miroirs de Fresnel, dans les conditions où on les observe habituellement (faute de miroirs verticaux, l'axe optique de l'appareil d'observation étant dans le plan horizontal qui passe par le milieu de la fente), sont visibles en tout point de la partie commune aux deux faisceaux réfléchis. Ce sont là, en réalité, des conditions exceptionnelles en dehors desquelles il y a, en général, localisation.

» Pour qu'une frange ait, en un point M du champ, le maximum de netteté, il faut que la différence de marche des couples d'ondes envoyées au point M par les différents points de la source (que nous supposerons réduits à une fente) soit la même [1].

» En exprimant que cette condition est satisfaite, on trouve une équation qui permet de déterminer, pour chaque position du point M, les positions de la fente pour lesquelles ce point est sur une frange nette. Le résultat n'a de signification physique que si les différents points de la fente envoient effectivement deux ondes au point M, ce qui restreint les limites entre lesquelles les conséquences de la théorie peuvent être soumises au contrôle de l'expérience. Je me bornerai à indiquer les résultats du calcul, résultats que l'expérience vérifie complètement.

» Si l'on se donne la position du point milieu C de la fente, pour chaque position du point M, la fente doit être contenue dans un certain plan R qui contient la bissectrice des rayons envoyés par le point C au point M par réflexion sur les deux miroirs. La fente pouvant tourner autour de son centre, en restant dans le plan S de la plaque métallique qui la porte, il faudra, pour rendre les franges nettes au point M, amener la fente à coïn-

---

(1) Ce principe est identique à celui qui a été appliqué par M. Macé de Lépinay à l'étude des franges des lames minces isotropes (*Comptes rendus*, t. CIX, p. 893; 9 décembre 1889).

cider avec la trace du plan R sur le plan S. Je supposerai, pour abréger le langage, que l'intersection des plans des miroirs est verticale.

» I. Les miroirs ne sont pas en retrait l'un sur l'autre (la frange centrale est observable).

» 1° Le plan S, dans lequel la fente peut tourner, est vertical.

» Si le point M est dans le plan horizontal passant par le milieu C de la fente, celle-ci doit être verticale, quelle que soit la position du point M dans ce plan. Toutes les franges seront visibles et à toute distance.

» Si le point M est à une hauteur différente, l'orientation de la fente dépend de la frange sur laquelle il se trouve. Par suite, si l'on observe en inclinant l'axe optique de l'appareil d'observation, on ne pourra plus voir nettement toutes les franges contenues dans le champ. Lorsque le point M est au-dessus du point C (l'axe optique étant, par suite, incliné vers le bas), la région des franges nettes se déplacera de droite à gauche lorsque l'observateur fera tourner la fente d'une petite quantité dans le sens des aiguilles d'une montre.

» Le sens du mouvement serait inverse si M était au-dessous de C. L'expérience vérifie complètement ces résultats du calcul.

» 2° Le plan dans lequel peut tourner la fente n'est pas vertical.

» Le même phénomène de localisation des franges dans le champ se produit alors même que l'axe optique reste horizontal. Le phénomène est particulièrement net si l'on a soin de placer la fente à une petite distance des miroirs.

» II. L'un des miroirs est en retrait sur l'autre (on observe des franges d'ordre élevé).

» Les résultats du calcul deviennent plus compliqués. Je supposerai que le plan dans lequel peut tourner la fente est vertical.

» 1° Si l'on vise d'abord dans le plan horizontal passant par le milieu de la fente, et que l'on rende les franges nettes, il suffira d'observer une région située à une hauteur un peu différente pour voir les franges se troubler. On pourra rétablir la netteté par une petite rotation de la fente.

» 2° Si l'on observe dans une direction suffisamment inclinée, l'orientation de la fente qui rend les franges nettes dépend de la distance du point visé à l'image de la fente. Il suffit de pointer successivement à différentes distances, sans déplacer l'axe optique, pour voir les franges se troubler. On les rétablira par une petite rotation de la fente. Les déplacements ont lieu, comme dans les cas précédents, dans le sens prévu par la théorie.

» Ces premiers résultats paraissent établir une analogie plus complète qu'on n'est tenté de le penser entre les divers modes de production des franges d'interférence; les différences qu'ils présentent semblent, en effet, tenir aux conditions, en quelque sorte exceptionnelles, dans lesquelles on se place habituellement pour observer chaque phénomène particulier. Ce qui vient à l'appui de cette manière de voir, c'est que nous avons pu, M. Macé de Lépinay et moi-même, réaliser des franges des lames minces *visibles à toute distance,* tout à fait analogues par suite aux franges des miroirs ou des prismes, telles qu'on les observe ordinairement. Ces derniers faits feront l'objet d'une prochaine Communication ([1]). »

PHYSIQUE. — *Recherches sur la dispersion des dissolutions aqueuses.* Note de MM. **Ph. Barbier** et **L. Roux**, présentée par M. Friedel.

« Nous avons l'honneur de présenter à l'Académie quelques-uns des résultats obtenus dans nos recherches sur le pouvoir dispersif des dissolutions aqueuses.

» Nous rappellerons ici que nous prenons le coefficient B de la formule de Cauchy réduite à deux termes, comme expression du *pouvoir dispersif;* nous représentons le *pouvoir dispersif spécifique* par le rapport $\frac{B}{d}$, d étant la densité de la dissolution à la température de l'observation.

» I. *Variation du pouvoir dispersif avec la concentration.* — Un grand nombre d'expériences, effectuées avec des substances très diverses, nous ont montré que le pouvoir dispersif des dissolutions aqueuses est une fonction simple de la concentration. C'est ce qui résulte du Tableau suivant, dans lequel p représente la quantité de matière anhydre contenue dans 1^{lit} de chaque dissolution :

Chlorure de sodium.	p	80^{gr}	100^{gr}	150^{gr}	200^{gr}	$311,5^{gr}$	»
	B (observé)...	0,372	0,379	0,393	0,408	0,440	»
	B (calculé)...	*	0,378	0,393	0,408	*	»
Chlorure de potassium	p	$74,5^{gr}$	$111,7^{gr}$	149^{gr}	186^{gr}	298^{gr}	»
	B (observé)...	0,365	0,373	0,380	0,389	0,414	»
	B (calculé)...	*	0,374	0,380	0,390	*	»

(1) Ce travail a été fait au laboratoire de Physique de la Faculté des Sciences de Marseille.

Chlorure de baryum	p	104^{gr}	156^{gr}	208^{gr}	»	»	»
	B (observé)...	0,370	0,382	0,395	»	»	»
	B (calculé)...	⋆	0,382	⋆	»	»	»
Bromure de baryum.	p	133^{gr},8	267^{gr},6	445^{gr},9	624^{gr},3	»	»
	B (observé)...	0,384	0,421	0,472	0,522	»	»
	B (calculé)...	⋆	0,421	0,471	⋆	»	»
Iodure de cadmium.	p	98^{gr},8	197^{gr},7	289^{gr},5	400^{gr}	»	»
	B (observé)...	0,400	0,453	0,503	0,568	»	»
	B (calculé)...	⋆	0,453	⋆	0,563	»	»
Nitrate de plomb.	p	100^{gr}	200^{gr}	300^{gr}	400^{gr}	»	»
	B (observé)...	0,378	0,409	0,440	0,471	»	»
	B (calculé)...	⋆	0,409	0,440	⋆	»	»
Hydrate de chloral.	p	100^{gr}	200^{gr}	300^{gr}	400^{gr}	500^{gr}	600^{gr}
	B (observé)...	0,359	0,372	0,388	0,401	0,415	0,429
	B (calculé)...	⋆	0,373	0,387	0,401	0,415	⋆
Sucre.	p	100^{gr}	200^{gr}	400^{gr}	500^{gr}	600^{gr}	»
	B (observé)...	0,355	0,367	0,389	0,397	0,406	»
	B (calculé)...	0,357	⋆	0,387	⋆	0,407	»
Acide citrique.	p	91^{gr},4	274^{gr},3	365^{gr},7	457^{gr}	»	»
	B (observé)...	0,359	0,385	0,398	0,409	»	»
	B (calculé)...	⋆	0,383	0,397	⋆	»	»
Chlorhydrate d'aniline	p	60^{gr}	80^{gr}	100^{gr}	200^{gr}	300^{gr}	400^{gr}
	B (observé)...	0,381	0,390	0,407	0,464	0,524	0,585
	B (calculé)...	⋆	0,393	0,405	0,464	0,524	⋆

» Si l'on trace à l'aide des nombres précédents la courbe des valeurs de B en fonction de p, on remarque que, pour chaque substance, les points obtenus se répartissent sur des lignes droites.

» En prenant pour calculer les équations de ces droites les valeurs marquées d'une étoile (⋆) dans le Tableau ci-dessus, on obtient par le calcul des valeurs de B qui s'écartent fort peu des valeurs observées.

» Il en résulte que, si l'on représente par p le poids de substance anhydre contenue dans l'unité de volume de la dissolution, on a entre p et le pouvoir dispersif B la relation

$$B = Kp + b.$$

» On remarquera que les solutions examinées renferment des quantités de matière solide variant depuis la saturation jusqu'à une teneur de 80^{gr} à 100^{gr} au litre.

» Mais la loi simple que nous signalons ne pourrait pas s'appliquer aux dissolutions très étendues.

» Sans nous arrêter, pour le moment, au cas des solutions très diluées, nous présenterons seulement les conclusions suivantes relatives aux dissolutions concentrées :

» 1° En résolvant les équations des différentes droites représentant le pouvoir dispersif en fonction de la concentration, on remarque que la valeur de b, c'est-à-dire l'ordonnée à l'origine, est sensiblement égale à la valeur du pouvoir dispersif de l'eau.

» 2° Donc, à partir d'une certaine concentration jusqu'à la limite de solubilité, l'excès du pouvoir dispersif B d'une dissolution sur le pouvoir dispersif b de l'eau est proportionnel à la quantité dissoute, et l'on a

$$B - b = Kp,$$

K ayant une valeur déterminée qui devient une caractéristique de chaque corps.

» II. *Variation du pouvoir dispersif spécifique avec la concentration.* — Si l'on étudie la variation du pouvoir dispersif spécifique $\frac{B}{d}$ avec la concentration, on observe :

» 1° Que la valeur du rapport $\frac{B}{d}$ varie très peu avec la concentration, comme le montrent les deux exemples suivants pris dans une très nombreuse série d'observations :

Chlorure de potassium..	p....	74gr,5	186gr	298gr
	$\frac{B}{d}$....	0,349	0,352	0,353
Bromure de baryum...	p....	267gr,6	445gr,9	624gr,3
	$\frac{B}{d}$....	0,345	0,342	0,340

» 2° Que sa valeur moyenne paraît à peu près constante pour les différents corps que nous avons examinés :

Chlorure de potassium.	$\frac{B}{d}$ = 0,351	Bromure de baryum....	$\frac{B}{d}$ = 0,342	Acétate de potassium...	$\frac{B}{d}$ = 0,340
Chlorure de sodium....	0,357	Nitrate de plomb	0,351	Acétate de sodium	0,349
Chlorure de magnésium.	0,383	Nitrate d'argent........	0,339	Hydrate de chloral.....	0,341
Chlorure de calcium ...	0,386	Sulfate de magnésium..	0,314	Sucre..................	0,340
Chlorure de strontium .	0,343	Sulfate de manganèse..	0,310	Urée..................	0,396
Bromure de strontium .	0,355	Sulfate ferreux.........	0,327		

» A la vérité, certaines dissolutions *très dispersives*, comme celles d'iodure de cadmium ou de chlorhydrate d'aniline, conduisent à des valeurs un peu différentes. Mais ces variations ne sont pas suffisamment accentuées pour qu'on ne puisse admettre, au moins comme première approximation, que le pouvoir dispersif $\frac{B}{d}$ des dissolutions est une quantité sensiblement constante (1). »

CHIMIE. — *Sur la densité de vapeur des chlorures de sélénium.* Note de M. C. Chabrié, présentée par M. Friedel.

« Pour prendre la densité de vapeur du tétrachlorure de sélénium, j'ai voulu préparer ce corps dans un état de pureté absolue. Berzélius (2) l'obtient en faisant passer du chlore à froid sur le sélénium; mais le corps ainsi formé, même après sublimation, ne donne que des cristaux opaques, très petits et peu nets.

» J'ai repris ce chlorure et je l'ai soumis à l'action d'un courant de chlore soigneusement desséché, dans un tube en verre de Bohême que j'ai ensuite fermé à la lampe à ses deux extrémités. Le tube, contenant le tétrachlorure ainsi séché et en contact avec l'atmosphère de chlore, a été chauffé à 190°-200°, pendant dix ou quinze heures, à l'une de ses extrémités, l'autre étant soumise à une chaleur moindre. J'ai obtenu, à l'extrémité relativement froide, de beaux cristaux de tétrachlorure longs de plusieurs millimètres, très brillants. C'est par ce même procédé que M. Friedel a réussi à faire cristalliser le chlorure d'aluminium en magnifiques cristaux.

» J'ai pris la densité de vapeur du chlorure $SeCl^4$ à 360°, dans une atmosphère d'azote, par la méthode de M. V. Meyer. La densité calculée pour 2 volumes serait 7,67; pour 4 volumes elle serait 3,84.

» On a trouvé :

	I.	II.
P	0,0826	0,0716
H	745^{mm}	$757^{mm},5$
h	$11^{mm},4$	$13^{mm},1$
t	13°,4	15°,5
V	18^{cc}	$15^{cc},7$

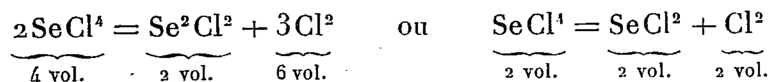
(1) Faculté des Sciences de Lyon, laboratoire de Chimie générale.

(2) *Ann. de Chim. et de Phys.*, 2e série, t. IX, p. 235.

» Ce qui donne pour les densités de vapeur correspondantes :

$$D_{I} = 3,86, \qquad D_{II} = 3,86.$$

» Il faut donc qu'on ait



$$\underbrace{2SeCl^4}_{4\text{ vol.}} = \underbrace{Se^2Cl^2}_{2\text{ vol.}} + \underbrace{3Cl^2}_{6\text{ vol.}} \quad \text{ou} \quad \underbrace{SeCl^4}_{2\text{ vol.}} = \underbrace{SeCl^2}_{2\text{ vol.}} + \underbrace{Cl^2}_{2\text{ vol.}}$$

» Mais comme je n'ai pas pu obtenir $SeCl^2$ par combinaison directe de Se^2Cl^2 et de $SeCl^4$, en tube scellé, et qu'il n'a pas été décrit, je pense que la première équation est la seule conforme aux faits.

» Dans un travail publié il y a six ans, MM. Evans et Ramsay (¹) étaient arrivés à d'autres conclusions. Ces chimistes, qui ont étudié avec beaucoup de soin les densités de vapeur du chlorure $SeCl^4$ entre 180° et 350°, ont émis l'opinion que ce composé, en se dissociant, donne naissance à du sélénium et à du chlore libres, en se fondant sur le manque de stabilité du chlorure Se^2Cl^2 à haute température.

» Mais j'ai fait quelques expériences qui me confirment dans l'idée de la formation du sous-chlorure comme produit de la dissociation du tétrachlorure.

» J'ai plongé brusquement dans un bain d'huile à 300° un long tube à essai contenant le chlorure $SeCl^4$. S'il se forme du chlore et un produit volatil sélénié moins riche en chlore, ils se recombineront dans les parties froides du tube; c'est ce qui arrive. S'il se forme du sélénium et du chlore, ce dernier se dégagera; le sélénium, qui ne distille qu'à 665°, d'après les déterminations de M. Troost (²), restera au fond du tube; or il n'y a pas de sélénium libre dans cette expérience.

» Il restait à voir si le chlorure Se^2Cl^2 était en réalité totalement dissocié en sélénium et chlore à haute température, comme le disent MM. Evans et Ramsay.

» En plongeant dans le même bain d'huile à 300° une cornue contenant du sous-chlorure Se^2Cl^2, j'ai constaté que la majeure partie de ce corps distille sans décomposition. Il se forme, il est vrai, du sélénium et du chlore qui donnent du chlorure $SeCl^4$ avec le sous-chlorure entraîné;

(¹) *Transactions of chemical Society*, t. XLV, p. 63.

(²) *Comptes rendus*, t. XCIV, p. 1508. — *Encyclopédie chimique* de M. Fremy, t. I, p. 486.

mais, loin de pouvoir admettre que cette décomposition soit totale, elle me paraît au contraire accessoire.

» Voici les résultats que j'ai trouvés pour la densité de vapeur de Se^2Cl^2 à 360° :

	I.	II.
P	0,1056	0,0711
H	756^{mm}	755^{mm}
h	$16^{mm},3$	$16^{mm},3$
t	18°,6	18°,5
V	$11^{cc},6$	$7^{cc},4$

ce qui donne $D_I = 7,74$, $D_{II} = 8,19$. La densité calculée est 7,95.

» J'ai pris aussi la densité du corps liquide restant dans le tube scellé où j'avais mélangé les deux chlorures Se^2Cl^2 et $SeCl^4$; ce liquide est bien du sous-chlorure inaltéré. En effet, j'ai pris sa densité de vapeur, à 360°, dans les mêmes conditions que pour les autres :

P	$0^{gr},0568$
H	759^{mm}
h	$19^{m},7$
t	22°
V	$6^{cc},00$

ce qui donne D = 8,13.

» Il est à remarquer que le chlorure de sélénium $SeCl^4$ subit, à la température de 360°, la même décomposition en sous-chlorure et en chlore libre qu'il subit lorsqu'on le mêle à un carbure liquide gras ou aromatique avec lequel il donne des chlorures, comme je l'ai montré (1). »

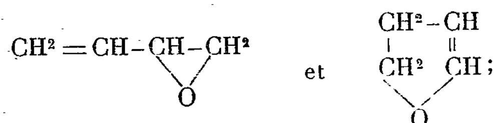
CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur quelques dérivés de l'érythrite.* Note de MM. E. Grimaux et Ch. Cloez.

« *Hydrofurfurane.* — Parmi les nombreux produits que Henninger a dérivés de l'érythrite dans ses belles recherches sur l'action réductrice de l'acide formique, l'un, l'hydrofurfurane C^4H^6O, présente un intérêt particulier en raison de ses relations avec le furfurane. La constitution de ce corps n'est pas encore établie, et l'on ne sait pas exactement par quel

(1) *Comptes rendus*, séance du 29 juillet 1889. — Travail fait au laboratoire de M. Friedel.

mécanisme il dérive de l'érythrite; ce sont ces deux points que nous avons cherché à élucider par des transformations de l'hydrofurfurane.

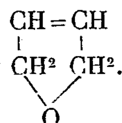
» On a représenté ce corps par les formules



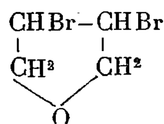
mais aucune d'elles ne concorde ni avec l'origine, ni avec les propriétés de l'hydrofurfurane.

» Celui-ci, en effet, qui dérive de la monoformine de l'érythrite par perte de CO^2 et H^2O, ne s'unit à 200° ni avec l'eau, ni avec l'anhydride acétique; par l'action du perchlorure de phosphore, il se transforme en furfurane.

» Les faits connus nous portent plutôt à représenter le furfurane par la formule

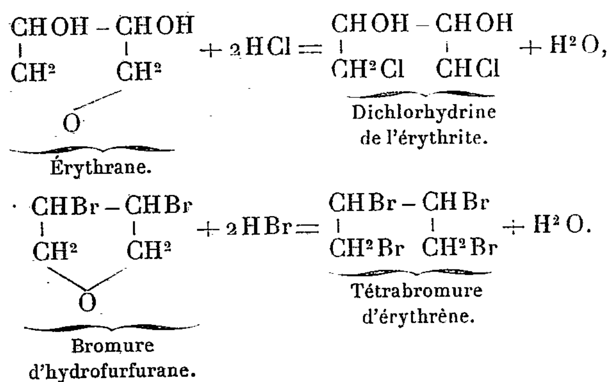


» Si elle est exacte, le produit d'addition dibromuré serait



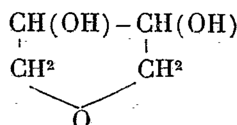
et constituerait l'éther dibromhydrique de l'érythrane.

» Comme celle-ci, par l'action de l'acide chlorhydrique, se convertit en dichlorhydrine de l'érythrite, le bromure d'hydrofurfurane devrait avec l'acide bromhydrique donner le tétrabromure d'érythrène :



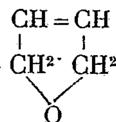
» L'expérience a confirmé cette prévision : on a préparé du bromure d'hydrofurfurane suivant les indications d'Henninger, et on l'a chauffé avec un excès d'acide bromhydrique fumant, en tubes scellés, pendant six heures, à la température de 110°. Le produit solide de la réaction a été repris par l'alcool bouillant et s'est déposé par refroidissement en cristaux présentant l'aspect, le point de fusion 115° et la solubilité dans l'alcool du tétrabromure d'érythrène $C^4H^6Br^4$.

» La formule que nous présentons pour l'hydrofurfurane est confirmée par une autre réaction, son obtention au moyen de l'érythrane $C^4H^8O^3$. Celle-ci étant représentée par la formule



nous avons pensé qu'elle se comporterait avec l'acide formique comme un glycol, pour perdre les deux groupes OH et donner l'hydrofurfurane. C'est, en effet, ce que nous avons observé. L'érythrane, préparée suivant les indications d'Henninger, a été chauffée au réfrigérant ascendant, pendant six heures, avec de l'acide formique cristallisable (érythrane, 10^{gr}; acide formique, 25^{gr}); puis le mélange a été distillé à feu nu. Le produit ayant été distillé de nouveau a fourni, avant 100°, un liquide n'ayant pas encore de point d'ébullition constant, mais qui paraissait être l'hydrofurfurane. Pour l'identifier avec celle-ci, nous l'avons additionné de brome, et nous avons obtenu un corps bromé, distillant dans le vide à 110°-115° sous 40^{mm}, cristallisant à basse température, et fusible entre 7° et 10° comme le bromure d'hydrofurfurane auquel nous l'avons comparé. Nous avons confirmé l'identité de ce corps avec le bromure d'hydrofurfurane par un dosage de brome. Cette dernière expérience prouve que l'hydrofurfurane ne dérive pas directement de l'érythrite; mais de son anhydride, l'érythrane, fonctionnant comme alcool diatomique. Pour l'obtenir, il est donc plus avantageux de préparer d'abord l'érythrane, puis de soumettre celle-ci à l'action réductrice de l'acide formique.

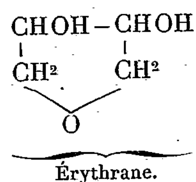
» Les faits précédents nous semblent démontrer la constitution de l'hydrofurfurane ; la formule



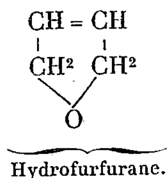
s'accorde, en outre, avec la transformation de ce corps en iodure de butyle secondaire $CH^3CH^2CHICH^3$ réalisée par Henninger.

» *Bromhydrines de l'érythrite.* — La théorie fait prévoir quatre dibromhydrines de l'érythrite $C^6H^8O^2Br^2$: nous avons obtenu l'une d'elles, le *bromure d'érythrol* $CH^2BrCHBr-CHOH-CH^2OH$, en ajoutant une solution de brome dans le chloroforme à une solution chloroformique d'érythrol $CH^2=CH-CHOH-CH^2OH$ et abandonnant les solutions à l'évaporation spontanée. Le bromure d'érythrol se sépare en cristaux durs, volumineux, formés de tables hexagonales très solubles dans l'alcool, l'éther et le chloroforme, fondant à 81°-82°.

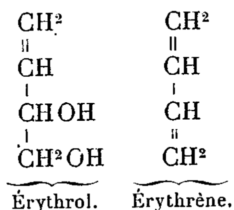
» Une autre bromhydrine, qui paraît être $CH^2BrCHOHCHOHCH^2Br$, a été obtenue par M. Champion dans l'action de l'acide bromhydrique sur l'érythrite. Nous avons préparé de nouveau cette bromhydrine, en chauffant l'érythrite avec dix fois son poids d'acide bromhydrique fumant, à 100° pendant cent vingt heures, ou à 120° pendant dix-huit heures. Les matras renferment un produit noir, insoluble dans l'acide bromhydrique, qu'on sépare par filtration, et l'on distille la solution bromhydrique dans le vide. Le résidu est repris par le chloroforme, d'où la dibromhydrine se sépare sous forme de petites tables nacrées, fusibles à 135°. (Champion indique 130°.) Quant au résidu insoluble dans l'acide bromhydrique, il a été repris par l'alcool bouillant et a donné des cristaux peu solubles à froid, fondant à 114°, et présentant l'aspect du tétrabromure d'érythrine; mais ce corps paraît renfermer un peu d'une tribromhydrine, car il fournit à l'analyse un peu moins de brome que n'en exige la formule du tétrabromure $C^4H^6Br^4$. Les corps obtenus par Henninger dans la réduction de l'érythrite nous semblent donc devoir être représentés par les formules suivantes :



Érythrane.



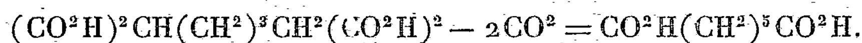
Hydrofurfurane.



Érythrol. Érythrène.

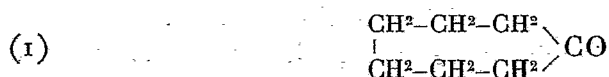
CHIMIE ORGANIQUE. — *Dérivés de l'heptaméthylène.* Note de M. **Markownikoff.**

« Nous avons pris comme point de départ le *subérone* découvert par M. Boussingault et étudié par MM. Schorlemmer et Dahl [1]. En oxydant le subérone par l'acide azotique, ces chimistes ont obtenu l'acide α-pimélique, qu'ils regardent comme normal $CO^2HCH^2CH^2CH^2CH^2CH^2CO^2H$, ce qui a été confirmé par M. Perkins jun., qui obtint le même acide en partant de l'acide pentantétracarbonique, par la perte de CO^2



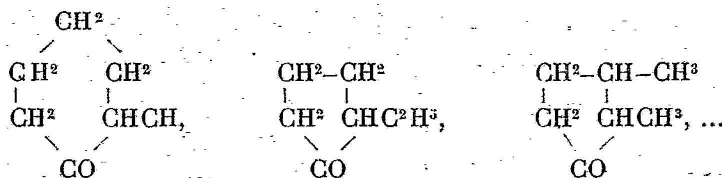
$$(CO^2H)^2CH(CH^2)^3CH^2(CO^2H)^2 - 2CO^2 = CO^2H(CH^2)^5CO^2H.$$

» La structure du subérone, comme acétone avec une chaîne fermée, a été démontrée par le travail de M. Spiegel [2] qui, en y ajoutant HCAz, obtint, d'après une méthode générale, l'acide $C^7H^{12}\langle{}^{OH}_{CO^2H}$, et puis $C^7H^{13}CO^2H$. Il reste à connaître la structure du radical C^7H^{13}. MM. Schorlemmer et Dahl pensent que la formule

(1) 

$CH^2-CH^2-CH^2 \backslash$ CO / $CH^2-CH^2-CH^2$

est peu probable pour le subérone; car, d'après eux, les récentes expériences démontrent que jamais plus de 6 atomes de C ne se forment en chaîne fermée [3]; il reste à choisir entre



Cependant les dernières formules expliquent difficilement la formation de l'acide pimélique normal avec le subérone. Il faudrait admettre pour cela que, sous l'influence de l'acide azotique, il y a oxydation non seulement de

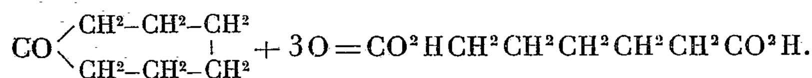
---

(1) *Liebig's Annal.*, t. CXCIX, p. 147. M. Berthelot a mis en évidence les analogies de ce corps avec le camphre, en tant que formant des dérivés semblables par oxydation. (*Annales de Chimie et de Physique*, 5e série, t. VI, p. 460.)

(2) *Liebig's Annal.*, t. CCXI, p. 117.

(3) *Liebig's Annal.*, t. CCXI, p. 118.

CH^3 et de CO transformés en CO^2H, mais aussi *réduction du groupe* CH en CH^2; tandis que la formule (1) rend compte de la formation de l'acide pimélique par la rupture de la chaîne près du carbonyle et par l'oxydation des atomes extrêmes de carbone en COOH.



» Contrairement aux observations de M. Spiegel, nous trouvâmes que le subérone $C^7H^{12}O$ se réduit facilement en solution alcoolique par le sodium métallique et se transforme en son alcool $C^7H^{14}O$. Ce dernier est un liquide incolore, quelque peu épais, insoluble dans l'eau, d'une odeur différente de celle du subérone et rappelant la moisissure. Il bout à 184°-185° (Br = 741^{mm}) et possède le poids spécifique de 0,9595; $\frac{15°}{15°}$. Il se combine facilement avec du carbanile, en formant des cristaux prismatiques; ces derniers, après une cristallisation répétée dans l'alcool faible, forment de longs prismes incolores, à quatre faces et fusibles à 85°. L'analyse a donné pour l'azote Az = 5,75 pour 100; la formule exige Az = 6,00 pour 100. C'est le *phénylsubéronyluréthane* $CO\langle{}^{AzHC^6H^5}_{OC^7H^{13}}$.

» Les acides chlorhydrique et iodhydrique fumants dissolvent l'alcool et, après avoir été légèrement chauffés, l'eau dégage de cette dissolution du chlorure et de l'iodure de subéronyle, $C^7H^{13}Cl$ et $C^7H^{13}I$. Le premier est plus léger que l'eau et distille sans décomposition, tandis que le dernier est plus dense et se décompose pendant la distillation. L'iodure réagit facilement avec une solution alcoolique de potasse, en formant l'hydrocarbure, C^7H^{12}, et une certaine quantité d'éther subéronyléthylique, $C^7H^{13}OC^2H^5$. Cet hydrocarbure, qu'on pourrait provisoirement nommer *subéronylène*, bout à 114°, 5; son odeur, comme celle de tous les naphtènes, est assez prononcée; il se combine énergiquement avec le brome et donne un liquide lourd, ayant une forte odeur de térébenthine. L'analyse a donné :

		La formule C^7H^{12} exige :
C pour 100	87,56	87,50
H pour 100	12,69	12,50

» Quand on chauffe l'alcool subéronylique avec 7^{vol} d'acide iodhydrique du poids spécifique de 1,96, à 230°-250°, on obtient un hydrocarbure saturé C^7H^{14}, l'heptaméthylène, ayant comme point d'ébullition de 98° à 101° (corrigé) et une densité de 0,7791 $\frac{0°}{0°}$. C'est un liquide incolore avec une

odeur faible de benzine pure. Le brome ne l'attaque pas à la température ordinaire; l'acide sulfurique, l'acide azotique rouge, ainsi que leur mélange, ne le dissolvent que très lentement.

» On sait que les hydrocarbures C^8H^{16} et C^9H^{18} avec le noyau C^6H^{12} réagissent facilement avec du brome, contenant des traces de bromure d'aluminium, en formant des dérivés bromés cristallisés. L'heptaméthylène n'offre pas cette réaction.

» Il est à remarquer que le point d'ébullition et la densité de l'heptaméthylène sont à peu près les mêmes que ceux de l'heptanaphtène, qui bout à 100°-101° et dont le poids spécifique $= 0,7788 \left(\frac{0^\circ}{0^\circ}\right)$. Le point d'ébullition de l'hexahydrotoluylène est, d'après M. Wreden, 97°, et le poids spécifique $0,772 \left(\frac{0^\circ}{0^\circ}\right)$. L'heptanaphtène ne donne pas non plus de cristaux avec du Br et $AlBr^3$.

» L'analyse de l'hydrocarbure a donné :

			La formule exige.
C pour 100...........	86,04	85,43	85,71
H pour 100...........	14,60	14,31	14,29

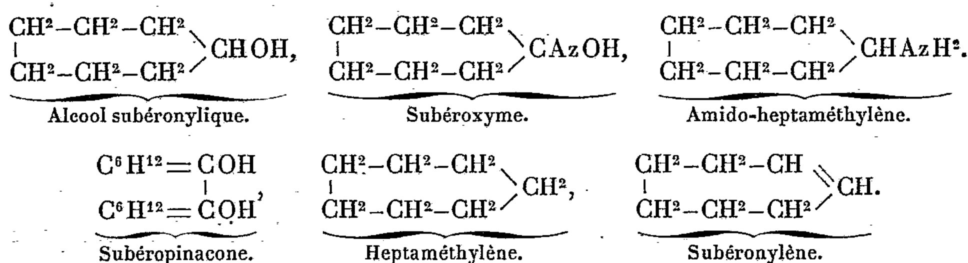
» Le subéroxyme, préparé avec l'hydroxylamine, se dissout dans l'acide chlorhydrique et en est dégagé de nouveau par un alcali, qui le dissout, en excès. Analyse : $Az = 10,40$; formule $C^7H^{13}AzO = 11,02$.

» Le subéroxyme se réduit facilement si on le traite dans une dissolution alcoolique par du sodium métallique. Le produit obtenu est l'*amido-heptaméthylène*, $C^7H^{13}AzH^2$, qui forme un liquide épais avec une forte odeur d'alcaloïdes volatils.

» Après deux cristallisations dans l'eau, le chloroplatinate contient 30,87 pour 100 de Pt. La formule exige : 30,61.

» Le subérone partage avec d'autres acétones la propriété de former pendant la réduction, outre l'alcool, un liquide d'un point d'ébullition élevé. C'est probablement la pinacone correspondante.

» Nous donnons ici les formules rationnelles des substances décrites :



CHIMIE ORGANIQUE. — *Recherches sur la préparation et sur les propriétés de l'aricine.* Note de MM. **H. Moissan** et **Ed. Landrin**.

« L'aricine a été découverte par Pelletier et Coriol, qui l'ont retirée d'écorces portant le nom de *quinquina de Cusco* ou d'*Arica;* ils regardèrent cette nouvelle substance comme étant un alcaloïde. L'aricine a été étudiée successivement par Wiggers, qui la considéra également comme l'alcaloïde d'un quinquina de Cusco; par Mansini, qui lui donna le nom de *cinchovatine;* par Winckler, qui démontra l'identité de cette base avec l'aricine; et enfin par Hesse. Ce dernier savant nia d'abord l'existence de ce nouvel alcaloïde comme espèce définie, puis il l'admit dans un second Mémoire et étudia quelques-unes de ses propriétés.

» Nous avons été assez heureux pour rencontrer une quantité d'écorce à aricine suffisante pour préparer 2^{kg} de cet alcaloïde, considéré jusqu'ici comme fort rare.

» L'écorce que nous avons traitée était roulée et présentait une teinte grise à l'extérieur, et une teinte rougeâtre à l'intérieur. Elle se rapprochait, comme caractère et comme apparence, des écorces décrites par A. Bouchardat et Winckler, dans leur travail sur l'aricine. Une étude approfondie de cette écorce pourrait seule démontrer si elle appartient au genre Cinchona.

» Nous ferons remarquer d'abord que notre écorce ne contient ni quinine ni cinchonine. Les premiers auteurs qui avaient étudié l'écorce à aricine ont indiqué la présence de ce nouvel alcaloïde au milieu de ceux du quinquina. De plus, la quantité d'aricine retirée de différentes écorces avait toujours été très faible. Hesse, par exemple, ne retirait d'une écorce de Cusco que 0,62 pour 100 d'aricine; au contraire, l'écorce que nous possédons en contient jusqu'à 3 et 3,5 pour 100, c'est-à-dire 35^{gr} par kilogramme.

» *Préparation.* — En présence d'une écorce aussi riche en alcaloïde, nous avons pu modifier et simplifier les procédés de préparation employés jusqu'ici. Nous avons opéré de la façon suivante :

» 1^{kg} d'écorce, réduite en poudre grossière, est additionné de 100^{gr} de chaux et de 100^{gr} de lessive de soude à 40°; on mélange le tout et l'on dessèche incomplètement au bain-marie. La matière est ensuite agitée, d'une manière continue, pendant une demi-heure en présence de 4^{lit} d'éther. On décante ce liquide et l'on y ajoute 100^{cc}

d'une solution d'acide sulfurique au $\frac{1}{10}$ et 60^{cc} d'eau distillée. Après une courte agitation, il se sépare immédiatement un sulfate insoluble d'aricine, d'aspect caséeux et de couleur jaunâtre; ce sulfate est mis à part. L'éther qui vient de servir à cette opération est agité à nouveau avec le mélange d'écorce et d'alcali, décanté, repris par de l'acide, et l'on continue le traitement comme précédemment. En général, pour épuiser complètement l'écorce, il faut employer six lavages à l'éther.

» Les différentes solutions acides contenant le précipité en suspension sont réunies et, par filtration, le sulfate d'aricine est séparé. Si l'on traite le liquide limpide restant comme résidu par la soude caustique, on en sépare un alcaloïde incristallisable, sur lequel nous reviendrons plus tard.

» Pour obtenir l'aricine pure, on dissout 150^{gr} de sulfate brut dans 5^{lit} d'eau bouillante. Le liquide, très acide, obtenu dans ces conditions est neutralisé par de l'ammoniaque, jusqu'à complète précipitation de la base. La solution reste, en effet, acide jusqu'à ce que l'on soit arrivé à la précipitation totale. On obtient ainsi 115^{gr} d'une matière visqueuse à chaud et qui se prend, à froid, en une masse friable ayant l'aspect de la résine. Cette matière est pulvérisée et reprise par l'alcool bouillant. 200^{gr} de cette substance traitée par 2^{lit} d'alcool ont fourni de suite 120^{gr} d'alcaloïde cristallisé. Cette cristallisation dans l'alcool est répétée deux fois, si besoin en est, jusqu'à ce que l'on obtienne de l'aricine cristallisée tout à fait incolore. Par évaporation de l'alcool qui a servi à la dissolution de l'alcaloïde et après plusieurs cristallisations, on obtient une nouvelle quantité d'aricine.

» Le dosage du carbone et de l'hydrogène ainsi que celui de l'azote nous ont conduits à la formule $C^{46}H^{26}Az^2O^8$, soit en théorie atomique $C^{23}H^{26}Az^2O^4$, formule adoptée déjà par Gerhardt et vérifiée depuis par O. Hesse [1].

» *Propriétés physiques.* — L'alcaloïde que nous avons obtenu est insoluble dans l'eau, soluble dans l'alcool à 90° (10^{gr} par litre à 15°, et 90^{gr} dans l'alcool bouillant), soluble dans l'éther (30^{gr} par litre à 15°); il fond à 188°-189°, propriétés qui correspondent bien à celles déjà indiquées pour l'aricine.

» Son pouvoir rotatoire en solution alcoolique a été trouvé de

$$[\alpha]_D = -58^\circ 18',$$

en tenant compte de la correction de température.

» En solution éthérée, nous avons obtenu le chiffre

$$[\alpha]_D = -92^\circ 30'.$$

» De plus, nous ferons remarquer que l'on avait regardé jusqu'ici la solu-

---

(1) *Liebig's Ann. der Chemie*, t. CLXXXI, p. 58, et t. CLXXXV, p. 296.

tion chlorhydrique comme inactive, tandis que nous avons trouvé qu'elle possède un pouvoir rotatoire inverse de celui de l'alcaloïde

$$[\alpha]_D = +14°30'.$$

Cette détermination a été faite en solution alcoolique.

» Le point de fusion et les pouvoirs rotatoires différencient donc nettement cet alcaloïde de la cusconine qui lui est isomère.

» Enfin, nous ajouterons qu'il nous a été possible d'identifier notre alcaloïde avec celui de Pelletier. Il restait, en effet, dans la collection de Chimie organique de l'École de Pharmacie de Paris, un flacon d'aricine bien cristallisée, quoique un peu jaunie, dont l'étiquette portait la signature de Pelletier. Grâce à l'obligeance de M. Jungfleisch, qui a bien voulu mettre à notre disposition ce curieux échantillon, nous avons pu, après une purification par l'alcool, nous assurer que le point de fusion et le pouvoir rotatoire étaient identiques dans les deux cas. L'alcaloïde que nous avons isolé correspond donc bien à l'aricine de Pelletier. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Influence des feuilles et de la lumière sur le développement des tubercules de la pomme de terre.* Note de M. **Pagnoul**, présentée par M. Th. Schlœsing.

« Ces expériences ont été faites dans six vases en grès, contenant chacun environ 30^{kg} d'une terre préalablement mêlée pour la rendre bien homogène. Six tubercules de la variété *Richter's imperator* ont été choisis, de même poids et de même forme, et plantés dans ces vases le 29 avril. Le 28 mai, les six plantes étaient bien développées et présentaient toutes le même aspect.

» Les trois premières furent destinées à rechercher l'influence de l'effeuillage; les trois autres, l'influence de la lumière.

» La première a été complètement effeuillée dans le cours du mois de juin et dans les premiers jours de juillet. La variété *Richter's imperator* convenait très bien pour cette expérience, à cause du grand développement de ses organes foliacés. La hauteur des tiges atteignait en effet 80^{cm} le 10 juillet. La seconde plante n'a été effeuillée que sur la moitié de son étendue, la troisième est restée intacte.

» A l'arrachage, le 17 septembre, les deux dernières plantes étaient à peu près fanées; la première était encore verte et recouverte de petites feuilles qui s'étaient formées en avant pour remplacer les feuilles enlevées en juin et juillet.

» La récolte des tubercules a donné les résultats suivants :

	Nombre.	Poids total.
Plante effeuillée	14	610gr
» demi-effeuillée	13	960
» non effeuillée	14	1000

Les racines de la première contenaient, en outre, un très grand nombre de petits tubercules en formation, de la grosseur d'un pois ou d'une noisette, non compris dans le poids ci-dessus. L'effeuillage avait donc arrêté le développement des premiers tubercules, et un nouveau travail de végétation s'était ensuite manifesté par une production simultanée de nouvelles feuilles et de nouveaux tubercules.

» Les trois autres plantes furent recouvertes, le 28 mai, de cloches : la première en verre incolore, la seconde en verre violet, la troisième en verre noir. Ces cloches ont dû être soulevées peu à peu, pour ne pas trop gêner le développement des plantes, de sorte que celles-ci n'ont pas été complètement soustraites à l'action de la lumière directe. Cependant, l'influence des radiations lumineuses reçues par chacune a été suffisante pour modifier complètement leur développement extérieur et la production des tubercules. Voici, en effet, les résultats obtenus à la récolte, le 17 septembre :

	Nombre des tubercules.	Poids total.	Matière sèche pour 100.
Sous verre noir	3	210gr	20,94
» violet	5	420	22,28
» incolore	14	610	27,68

La température était d'ailleurs restée sensiblement la même sous chaque cloche et les arrosages avaient été les mêmes dans les trois vases.

» Ces expériences s'accordent avec celles du même genre que j'avais déjà faites sur la betterave dans le cours des années 1879 et 1880.

» Elles viennent à l'appui des idées émises par M. Aimé Girard, qui explique la formation de la fécule en admettant qu'elle a pour origine le saccharose sécrété par les feuilles, sous l'influence de la lumière, et qui s'exprime ainsi dans l'important Ouvrage qu'il vient de publier sur la pomme de terre :

» On est conduit à penser que dans les feuilles de la pomme de terre, comme dans les feuilles de la betterave, le saccharose figure au nombre des matières primordiales qui, formées sous l'action de la lumière solaire, deviennent ensuite, par leurs migrations et leurs transformations, les agents constituants des diverses parties du tissu végétal. »

PHYSIOLOGIE. — *Sur la physiologie comparée des sensations gustatives et tactiles.* Note de M. **Raphael Dubois**, présentée par M. Chauveau.

« On ne possède aucune notion précise sur la nature et le mécanisme des sensations gustatives chez les Mollusques acéphales. Les expériences que j'ai faites dans ces temps derniers à la *Station maritime lyonnaise des Tamaris*, sur les Pholades, fournissent des renseignements sur la physiologie spéciale du goût et du tact chez les Mollusques lamellibranches; les faits observés me paraissent, d'ailleurs, comme ceux qui sont relatifs aux sensations visuelles, dont j'ai expliqué le mécanisme dans diverses Communications antérieures, susceptibles de généralisation.

» Si l'on place verticalement, dans une éprouvette remplie d'eau de mer, une Pholade (*Pholas dactylus*), elle ne tarde pas à allonger son siphon. L'orifice du conduit aspirateur s'ouvre bientôt par l'épanouissement des tentacules, comme la corolle d'une fleur. Si, à ce moment, on laisse tomber par l'orifice du siphon une goutte d'un liquide insipide pour le Mollusque, plus dense que l'eau de mer, légèrement coloré pour suivre facilement sa marche et chargé d'une substance sapide déterminée (gentiane, strychnine, acide citrique, essence de girofle, etc.), on voit d'abord les tentacules se replier vers le centre de l'orifice du siphon, puis une première contraction lente, fibrillaire, se produire, suivie au bout d'un temps variable d'une seconde contraction, celle-ci brusque, violente, ne ressemblant en rien à la première. La seconde de ces deux contractions ne se produit pas sur un siphon séparé du corps de l'animal. Toutes deux peuvent être facilement enregistrées par la méthode graphique. Les courbes graphiques présentent des caractères particuliers avec chaque substance active et aussi avec le degré de concentration de la solution employée. Je ne présente aujourd'hui à l'Académie que des spécimens de ces courbes, me réservant d'en étudier les caractères dans un prochain Mémoire.

» *Analyse du mécanisme de la sensation gustative.* — Si l'on cherche quel est le siège de la sensation gustative en déposant directement des traces de substances sapides sur les différents points du corps de l'animal, on remarque d'abord, contrairement à ce qu'on aurait pu supposer, que les grands palpes qui entourent la bouche du Mollusque ne sont pas sensibles à ce genre d'excitant. Il en est de même pour les autres points du corps, sauf pour la paroi externe et interne du manteau, y compris la membrane

contractile qui réunit en avant les deux valves. Les plaques et les cordons de Poli, organes de sécrétion, sont très peu sensibles.

» Quand on dépose une goutte de la solution sapide sur un point de la surface interne ou externe du siphon, on ne tarde pas à voir se produire en ce point une légère dépression superficielle, résultat d'une contraction lente des *segments contractiles* du *système avertisseur*, dont j'ai parlé à propos du mécanisme de la vision.

» Cette dépression s'agrandit suivant les contours de la goutte qui s'étale de plus en plus. Au bout d'un temps variable, suivant la substance employée et l'état de concentration de sa dissolution, survient une contraction violente, totale, généralisée des grands muscles longitudinaux. C'est un phénomène indiquant nettement que les ganglions, d'où émanent les nerfs qui vont aux grands muscles moteurs du siphon ont été avertis des mouvements périphériques du *système avertisseur*. Si ce premier mouvement n'existe pas, il n'y a pas de contraction réflexe.

» Les différences dans l'expression de la sensation gustative perçue portent, d'après mes graphiques, comme pour la vision, sur la durée de la période latente, la rapidité, la durée et l'amplitude de la première et de la seconde contraction.

» Mais avec certains excitants sapides (acides), il arrive que, dans le premier temps (contractions de l'avertisseur), le siphon, au lieu de se rétracter, s'allonge un peu. Ce phénomène tient à ce que les fibres contractiles de l'avertisseur, qui sont en connexion directe avec l'épithélium, n'ont pas toutes la même direction; il y a des fibres circulaires et d'autres qui ont une direction parallèle à l'axe du siphon. Les subtances à saveur acide agissent plus spécialement sur les fibres lisses circulaires myoépithéliales et provoquent l'allongement du siphon par un mécanisme de même nature que celui qui provoque l'érection du mammelon chez la femme.

» Les préparations histologiques dont j'ai remis à M. Chauveau d'excellentes épreuves photographiques, faites par M. Lumière (de Lyon), prouvent que l'on ne peut localiser autre part que dans les éléments myoépithéliaux superficiels les phénomènes sensitifs dont il s'agit.

» Ces photographies montrent, en effet, que la surface du siphon, y compris les papilles, est tapissée par une couche continue d'éléments morphologiquement identiques; l'examen physiologique établit qu'ils sont impressionnables, à la fois, par les excitations lumineuses et par les substances sapides.

» D'ailleurs, dans les tentacules, qui sont surtout des organes de tact, on ne trouve pas une structure fondamentalement différente.

» J'insiste, à dessein, sur les connexions existant entre certains épithéliums et les fibres contractiles, parce qu'elles sont beaucoup plus fréquentes qu'on ne le suppose généralement et qu'elles jouent un rôle très important dans le mécanisme des sensations.

» Chez notre Mollusque, en particulier, des excitations de nature différente peuvent être perçues par le moyen d'un même mécanisme fonctionnant d'une manière variable avec la nature de l'excitant ([1]).

» En résumé, l'impression a eu lieu sur le segment épithélial, la sensation est produite par le mouvement du segment contractile qui lui fait suite, la perception a lieu dans les ganglions et elle est exprimée par la contraction des muscles moteurs du siphon ([2]). »

HISTOLOGIE. — *Procédé technique d'étude du noyau des globules blancs.* Note de M. **Mayet** (de Lyon), présentée par M. Chauveau.

« Aucune des méthodes employées jusqu'à présent pour rendre évidents les noyaux des globules blancs du sang et qui consistent, soit à traiter ces éléments par l'alcool ou par l'acide acétique plus ou moins dilués, soit dans l'emploi de divers réactifs colorants comme la fuchsine rouge, le bleu d'aniline, le bleu de méthylène, etc., qui colorent à peine le protoplasma et fortement le noyau, ne donne une idée assez exacte de leur configuration.

» Le noyau reste, en effet, enfermé dans le protoplasma et la réfraction de la lumière par la substance de celui-ci, même rendue plus pâle et plus transparente, ne permet pas de se rendre un compte exact de sa forme. La plupart des noyaux paraissent multiples et beaucoup d'observateurs

---

([1]) D'ailleurs, ne sait-on pas que, chez la Sensitive (*Mimosa pudica*), des excitants différents, lumière, chaleur, électricité, excitations chimique et mécanique portées sur la périphérie, se traduisent par un mouvement localisé qui peut se généraliser de proche en proche, comme dans un siphon de Pholade détaché, mais qui ne sera pas perçu faute de ganglions sensoriels, ni exprimé par une action réflexe faute de centres moteurs volontaires ou réflexes.

([2]) Laboratoire de Physiologie générale et comparée de Lyon, et Station maritime lyonnaise des Tamaris (Var).

ont considéré les leucocytes polynucléés comme nombreux, ce qui est une erreur, ainsi que l'a très bien vu Ranvier.

» Pour apprécier exactement la forme des noyaux, l'acide acétique doit être employé autrement qu'on ne l'a fait jusqu'à présent. Il faut le mélanger intimement au sang dans la proportion d'une partie de celui-ci pour trois du réactif, qui doit être à l'état d'acide monohydraté cristallisable. Par ce mélange, les globules rouges deviennent très peu apparents, le protoplasma des leucocytes est lui-même absolument dissous et les noyaux ainsi isolés et comme décortiqués apparaissent au microscope avec un contour aussi net que possible. Ce procédé est très favorable pour se rendre compte de leur configuration. Leurs nucléoles deviennent aussi très visibles.

» On voit ainsi que Ranvier, seul, en a donné une description exacte, quoiqu'il indique un autre procédé pour leur étude (l'alcool dilué).

» A la nomenclature des formes diverses qu'ils peuvent affecter, on peut cependant ajouter, après lui, quelques variétés. Outre les formes en fer à cheval, en boudin gonflé et replié, en sphères régulières ou étranglées, bourgeonnantes, multilobées, j'ai constaté les formes de sphères multiples égales ou inégales de volume, réunies par des parties étroites, en chapelet plus ou moins tortueux; de deux croissants réguliers se regardant par la concavité et réunis par une bride transversale; de cylindre étroit plusieurs fois replié sur lui-même comme un vibrion, avec sphères placées à côté de lui et unies à sa substance par un pont très délié, etc.

» Les nucléoles, rendus plus apparents par le réactif, sont multiples. A chaque renflement ou sphère correspond un nucléole.

» Ces formes diverses sont des indices de préparation à la division de l'élément. Si les leucocytes polynucléés sont, ainsi que l'a vu Ranvier, beaucoup plus rares que ne l'ont admis d'autres observateurs trompés par ces apparences, c'est que dès que la division complète du noyau s'est effectuée, la division du protoplasma lui-même se fait simultanément ou suit de très près, et qu'il faut avoir la chance de saisir sous le microscope les leucocytes où la division s'apprête à se faire immédiatement et n'est pas encore faite.

» Il paraît évident, d'ailleurs, qu'un seul leucocyte peut fournir parfois plusieurs petits leucocytes nouveaux, car les sphères de division, qui ne sont reliées que par d'étroites brides prêtes à se rompre, sont souvent au nombre de trois, quatre ou cinq.

» Ces apparences existent dans le sang normal, mais des formes absolument identiques sont visibles en beaucoup plus grand nombre dans le sang leucocythémique.

» Ce procédé n'est applicable qu'à l'étude de la forme générale des noyaux, mais ne fournit aucune donnée sur leur structure intime si compliquée, ni sur les phénomènes qui se passent dans leur intérieur ou dans le protoplasma pendant leurs transformations et la segmentation, soit directe, soit indirecte, de l'élément. »

BOTANIQUE. — *Sur la localisation, dans les plantes, des principes qui fournissent l'acide cyanhydrique.* Note de M. **Léon Guignard**, présentée par M. Duchartre.

« On sait depuis longtemps qu'un certain nombre de plantes, appartenant pour la plupart au groupe des Amygdalées, peuvent fournir de l'acide cyanhydrique grâce à l'action de l'émulsine ou synaptase sur l'amygdaline en présence de l'eau. Les conditions nécessaires au dédoublement du glucoside, qui donne naissance à l'acide cyanhydrique, à l'aldéhyde benzoïque et au glucose, ont été précisées en Chimie; mais pour quelle raison la réaction ne se produit-elle pas dans la plante vivante, par exemple dans les feuilles du Laurier-cerise ou dans les amandes amères? L'émulsine et l'amygdaline se trouvent-elles dans les mêmes cellules ou dans des cellules différentes? Cette question, d'un intérêt général au point de vue physiologique, car elle se pose aussi pour d'autres cas du même genre, n'a reçu jusqu'ici qu'un commencement de solution.

» En étudiant comparativement les amandes douces et les amandes amères, M. Thomé [1] arriva à cette conclusion, que l'amygdaline existe dans le parenchyme cotylédonaire des premières aussi bien que des secondes, tandis que l'émulsine ne se trouve que dans les amandes amères, localisée dans les faisceaux libéro-ligneux des cotylédons. Or, nous savons aujourd'hui que l'amygdaline existe seulement chez les amandes amères et que l'émulsine se rencontre aussi bien dans les amandes douces que dans ces dernières. Plus tard, en faisant remarquer l'incertitude qui

(1) Thomé, *Ueber das Vorkommen des Amygdalins und des Emulsins in der bitter Mandeln* (*Bot. Zeitung*, p. 240; 1865).

régnait sur la localisation de l'émulsine et de l'amygdaline, M. Pfeffer (¹) considéra comme probable que l'une et l'autre se trouvent dans les mêmes cellules, la première dans le protoplasme, la seconde dans le suc cellulaire. Récemment, M. Johansen (²), en soumettant à la distillation des portions de cotylédons d'amandes amères, formées les unes par du parenchyme sans faisceaux libéro-ligneux, les autres par du parenchyme avec faisceaux, a reconnu que les secondes seules donnent de l'acide cyanhydrique, tandis que les premières doivent, pour en fournir, être additionnées d'émulsine. Il en a conclu avec raison que le ferment qui dédouble l'amygdaline doit être localisé dans les faisceaux libéro-ligneux ou dans les rangées de cellules qui entourent ces faisceaux.

» L'expérience purement chimique ne permettait pas de préciser davantage. D'ailleurs, les faisceaux qui parcourent les cotylédons des amandes ont leurs éléments à peine différenciés, même dans la graine mûre, et, par suite, leur limite par rapport au parenchyme ambiant devient difficile à fixer. Si, d'autre part, on suppose un faisceau avec bois, liber et péricycle bien distincts, ces diverses régions renferment-elles toutes de l'émulsine? Ce ferment ne sera-t-il pas plutôt exclu du bois et du liber, qui sont des éléments essentiellement conducteurs?

» Pour résoudre la question, j'ai étudié d'abord les feuilles du Laurier-cerise, qui possèdent des nervures avec faisceaux libéro-ligneux à tous les états de développement.

» Un de ces faisceaux bien différenciés comprend un bois assez développé et un liber très réduit recouvert à sa face externe par un arc très épais de fibres péricycliques, parmi lesquelles un petit nombre de cellules sont restées parenchymateuses. Ces trois sortes d'éléments propres au faisceau sont entourées par une gaine de cellules spéciales, simple ou dédoublée çà et là, représentant l'endoderme. C'est cette gaine endodermique, à laquelle il faut ajouter les quelques cellules du péricycle restées parenchymateuses, qui renferme l'émulsine; mais elle contient aussi du tannin, ce qui vient compliquer les recherches.

» L'émulsine présente un certain nombre des réactions des matières protéiques, telles que la coloration rouge par le réactif de Millon, la colo-

(¹) Pfeffer, *Pflanzenphysiologie*, t. I, p. 307; 1881.
(²) Johansen, *Sur la localisation de l'émulsine dans les amandes* (*Annales des Sciences naturelles, Botanique*, 7ᵉ série, t. VI, p. 118; 1887).

ration violette par le sulfate de cuivre et la potasse, etc. Les cellules du parenchyme chlorophyllien, qui entoure la gaine, renfermant du protoplasme, puisqu'elles sont vivantes, prennent également avec ces réactifs des colorations du même genre, mais avec beaucoup moins d'intensité que la gaine, ce qui montre déjà qu'il existe dans celle-ci, ou bien une plus forte proportion de matières protéiques, ou bien une autre substance surajoutée au protoplasme et réagissant comme les albuminoïdes. D'autre part, en opérant comparativement avec une espèce fort voisine du Laurier-cerise, le *Cerasus lusitanica*, dont les feuilles ont également autour des faisceaux une gaine endodermique tannifère, j'ai constaté que le tannin n'était pour rien dans les colorations obtenues chez le Laurier-cerise. Or, les recherches chimiques prouvent que le *Cerasus lusitanica* ne renferme pas d'émulsine. On pouvait donc supposer que c'était très probablement ce ferment qui communique à la gaine du Laurier-cerise ses réactions spéciales.

» Parmi d'autres expériences susceptibles de le démontrer, et qu'il serait trop long d'exposer ici en détail, la plus probante consiste à isoler par dissection sous le microscope les cellules de la gaine et à les mettre en contact, à la température convenable, d'abord avec une solution d'amygdaline, ensuite avec une solution d'émulsine : dans le premier cas seulement, il se forme de l'acide cyanhydrique, ce qui montre que ce sont bien elles qui renferment l'émulsine, et rien que l'émulsine. Par contre, en opérant avec le parenchyme foliaire bien débarrassé de toute cellule appartenant à la gaine, on constate qu'il ne renferme que de l'amygdaline.

» La connaissance de la localisation de l'émulsine dans le Laurier-cerise rend l'étude des amandes douces et des amandes amères beaucoup plus facile. On constate que, dans les cotylédons et dans l'axe embryonnaire, l'émulsine se trouve surtout dans le péricycle qui entoure les éléments ligneux et libériens, encore incomplètement différenciés, et qui forme, au dos du liber principalement, un arc assez épais de cellules non sclérifiées; l'endoderme, d'ailleurs mal délimité, n'en renferme qu'une faible proportion. Dans la tigelle et la radicule, c'est le péricycle seul qui paraît contenir le ferment.

» Il y a donc, au premier abord, au sujet de la localisation de l'émulsine, une différence entre le Laurier-cerise et les amandes, puisque chez le premier on la rencontre presque uniquement dans la gaine endodermique extérieure au faisceau, tandis que, dans l'axe embryonnaire d'une amande, elle se trouve dans le péricycle sous-jacent. Les cotylédons la possèdent

dans les deux régions. Mais il faut remarquer que, dans le Laurier-cerise, le péricycle étant presque entièrement sclérifié, l'émulsine doit forcément en être exclue; toutefois on l'y rencontre encore dans les quelques cellules qui restent parenchymateuses. Ces différences s'expliquent par l'état de différenciation plus ou moins marqué que présentent les organes; à cet égard, l'axe embryonnaire et les cotylédons des amandes ne sont pas comparables aux feuilles du Laurier-cerise. »

BOTANIQUE. — *Renforcement de la sexualité chez un hybride* (*Ophrys Tenthredinifero-Scolopax*). Note de M. L. **Trabut**, présentée par M. Duchartre.

« L'*Ophrys* qui fait l'objet de cette Note présente des caractères intermédiaires entre les *Ophrys tenthredinifera* et *O. Scolopax*, qui croissent dans la même station. La hampe porte sept fleurs, les deux inférieures sont déjà fanées et les ovaires fécondés ont un volume normal; mais ce qui attire immédiatement l'attention, c'est la transformation des deux pétales en deux étamines, si bien qu'au lieu d'un gynostème, on croit en voir trois. Ces étamines sont complètement développées; et, dans les fleurs supérieures, on peut voir par les fentes de déhiscence les pollinies avec leur caudicule privé de rétinacle. Le gynostème normal est bien développé aussi.

» Cette observation m'a paru intéressante, non seulement par l'anomalie elle-même, qui est une staminisation de pétales; mais encore et surtout par sa production chez un hybride qui devrait, suivant les principes admis, présenter un affaiblissement de la sexualité. »

PALÉONTOLOGIE. — *Sur les rapports qui paraissent exister entre les Mammifères crétacés d'Amérique et les Mammifères de la faune cernaysienne des environs de Reims*. Note de M. V. **Lemoine**, présentée par M. Albert Gaudry.

« M. le professeur Marsh vient de faire connaître, dans deux fascicules ayant comme titre : *Discovery of cretaceous Mammalia*, l'ensemble des recherches qu'il poursuit sur de petits Mammifères recueillis en Amérique, dans les couches de Laramie (*Laramie formation of Dakota and Montana*).

» Ces couches sont considérées par plusieurs paléontologistes américains comme crétacées. Aussi ai-je été fort surpris de constater des relations bien évidentes entre le plus grand nombre de ces Mammifères secondaires d'Amérique et quelques types bien caractéristiques de la faune cernaysienne des environs de Reims, dont la nature tertiaire ne peut laisser de doute, par suite de sa position au-dessus de la craie et de la nature des nombreuses coquilles mélangées aux ossements de Vertébrés.

» Les relations entre les Mammifères américains et les Mammifères de la faune cernaysienne peuvent être facilement établies en comparant les figures qui accompagnent le travail de M. Marsh avec les planches que j'ai données dans le *Bulletin de la Société géologique de France* (1883, *Pl. V et VI*; 1885, *Pl. X, XI, XII*).

» Une forme bien caractéristique, commune aux deux faunes, consiste en une incisive supérieure à couronne tricuspidée, formée de deux pointes antérieures suivies d'un talon. Il en est de même d'une arrière-molaire inférieure creusée en cupule, d'une molaire supérieure à trois denticules disposés en triangle et d'une moitié inférieure d'humérus à perforation latérale. Ces diverses pièces pour la faune cernaysienne caractérisent le *Plesiadapis*.

» Une prémolaire inférieure à promontoire antérieur triangulaire et un fémur remarquable par le développement spécial du grand trochanter, et que j'ai rapportés à l'*Adapisorex*, se trouvent également représentés dans les deux séries de figures.

» Il en est de même de deux molaires inférieures à couronne singulièrement tricuspidée (*Tricuspiodon* rémois).

» La comparaison se poursuit dans toute une série de dents des mieux caractérisées, les unes par leur couronne aplatie, semi-ovalaire, parcourue par des stries curvilignes, les autres par leurs rangées multiples de tubercules constituant tantôt 2, tantôt 3 lignes parallèles. J'ai rapporté au *Neoplagiaulax* celles de ces dents que j'ai trouvées près de Reims.

» Ces citations paraîtront sans doute suffisantes pour indiquer des relations fort intimes entre les Mammifères de la faune crétacée d'Amérique et ceux de la faune éocène d'Europe.

» En résulte-t-il que les espèces ou même les genres doivent être identifiés? Il serait bien délicat de baser une affirmation aussi importante sur l'examen de simples dessins, d'autant plus qu'à côté de ressemblances indiscutables, on a observé parfois des différences de détails bien accusées.

» Si, au point de vue stratigraphique, le rapprochement entre les couches de Laramie et les couches de Cernay semble devoir provoquer l'étonnement, au point de vue de la faune elle-même, considérée dans l'ensemble des Vertébrés, les caractères sont beaucoup moins aberrants, et il suffit de citer à ce point de vue le Simœdosaure rémois qui, sans relation aucune avec les autres Reptiles tertiaires, a des affinités indiscutables avec de forts anciens Reptiles secondaires. »

PALÉONTOLOGIE. — *Apparences d'inégalité dans le développement des êtres de l'ancien et du nouveau continent.* Remarques de M. **Albert Gaudry**, à propos de la Communication de M. Lemoine.

« La Note de M. le Dr Lemoine soulève une question importante. Jusque dans ces derniers temps, on ne connaissait aucun Mammifère crétacé : on avait trouvé des Mammifères à la partie supérieure du jurassique, dans la partie inférieure du tertiaire; mais en vain fouillait-on le néocomien, l'aptien, le gault et les différents étages de la craie, on n'y découvrait aucun vestige de Quadrupède à sang chaud. Récemment, M. le professeur Marsh a signalé dans les montagnes Rocheuses plusieurs genres de Mammifères crétacés. Leur annonce a vivement intéressé les géologues. M. Lemoine, auquel on doit la connaissance des plus anciens Mammifères tertiaires de l'Europe, a comparé les figures des fossiles trouvés par M. Marsh dans le crétacé avec les fossiles qu'il a recueillis dans les assises des environs de Reims, incontestablement tertiaires, et il a été frappé de leur extrême ressemblance.

» Il reste à savoir si les couches du Wyoming, où sont enfermés les Mammifères et qui appartiennent au groupe appelé l'*étage lignitique* ou *étage de Laramie*, sont vraiment crétacées. Leo Lesquereux, qui a étudié un grand nombre de plantes de l'étage lignitique, a regardé cet étage comme tertiaire; les Mammifères appuient cette manière de voir. D'autre part, MM. Marsh et Cope sont d'accord pour l'attribuer au crétacé, parce que les Quadrupèdes à sang froid qu'on y trouve ont tout à fait le caractère des Reptiles secondaires. C'est là, notamment, que M. Marsh a découvert le *Triceratops*, dont la tête était armée de longues cornes, et qui est certainement une des plus étranges créatures que la Paléontologie ait mises au jour.

» Quel que soit l'âge de l'étage lignitique, s'il n'y a pas eu quelque er-

reur stratigraphique, il faut admettre ou bien que les genres de plantes et de Mammifères observés dans le tertiaire de France ont commencé plus tôt en Amérique, ou bien que les grands Vertébrés à sang froid s'y sont continués plus tard. Ainsi, la marche de la vie n'aurait pas été absolument la même dans l'ancien et dans le nouveau continent. »

ANTHROPOLOGIE. — *Nouvelles découvertes anthropologiques à Champigny (Seine)*. Note de M. **Émile Rivière**.

« J'ai eu l'honneur de communiquer à l'Académie, il y a deux ans, une première Note sur l'époque néolithique à Champigny. Depuis lors, les recherches ont été continuées au même lieu, c'est-à-dire au Buisson-Pouilleux, et ont permis de trouver des objets nombreux et intéressants.

» Ces nouvelles découvertes n'ont pas eu lieu tout à fait dans les mêmes conditions que précédemment : il n'a plus été rencontré de ces foyers en cuvette, de ces excavations plus ou moins régulières, creusées de main d'homme et répondant à l'emplacement des huttes, du campement de la tribu qui vivait à l'époque néolithique sur le plateau de Champigny. Les objets ont été découverts çà et là, mais toujours dans la même région et au même niveau, reposant immédiatement au-dessous de la terre végétale, sur la roche calcaire. Ce sont :

» 1° Les restes d'un squelette humain composés : (*a*) d'une partie de la voûte du crâne et de la mâchoire inférieure avec quatre dents molaires extrêmement usées; (*b*) des deux humérus droit et gauche, le premier presque entier; (*c*) de l'extrémité supérieure du cubitus gauche; (*d*) des deux fémurs droit et gauche; le droit est le mieux conservé, il lui manque seulement, en haut, le grand trochanter et, en bas, les deux condyles; il mesure, tel qu'il est, $0^m,36$ de longueur; (*e*) de l'extrémité inférieure d'un tibia, avec une portion de sa diaphyse.

» Ce squelette humain ne serait pas le seul qui aurait été trouvé au Buisson-Pouilleux. Il résulte, en effet, d'une Note de M. Le Roy des Closages, ingénieur et directeur du syndicat chaufournier de Champigny, qui veut bien me réserver tout ce que l'exploitation des carrières met à découvert, que déjà, en 1861, on trouva au même endroit une sorte de sépulture renfermant un squelette humain entier, recouvert par trois dalles en grès placées, l'une sur la tête et le thorax, la deuxième sur le bassin et la troisième sur les membres inférieurs.

» 2° Des silex taillés, tels que lames, grattoirs, flèches, dont une à pédoncule, une hache polie longue de $0^m,125$.

» 3° Une sorte de molette, longue de $0^m,11$, large de $0^m,09$ et épaisse de $0^m,05$ environ, dont la face inférieure, plane, offre de nombreuses traces d'usure par frottement. M. Stanislas Meunier la considère comme une silice farineuse, imprégnée d'une

très faible quantité de calcaire et pouvant provenir (gisement le plus rapproché) de Saint-Cyr (Seine-et-Oise).

» 4° Un long pilon en calcaire blanc grisâtre, à base fortement usée aussi par frottement.

» 5° Une aragonite fibreuse, qui a dû être roulée par les eaux et ne paraît pas avoir été taillée. La présence à Champigny de cette aragonite, dont le gisement d'origine le plus voisin de cette station serait Saint-Nectaire, en Auvergne, nous paraît assez curieuse pour la signaler ici, ainsi que les deux pièces suivantes.

» 6° Une petite hache en serpentine des Alpes, d'un vert foncé, longue de $0^m,07$, et dont le tranchant, relativement très large, mesure $0^m,042$.

» 7° Une perle en substance noire, vitreuse, très semblable aux gallinaces ou basaltes vitreux de l'Auvergne.

» Je dois ajouter que, depuis ma dernière Communication à l'Académie, j'ai recueilli aussi, dans les champs situés à peu de distance du Buisson-Pouilleux, plusieurs objets, tels que :

» Des silex blancs taillés, et notamment une petite flèche à pédoncule, deux grattoirs, deux petites lames, une grosse boule blanche en meulière de Brie ayant servi de percuteur, une hache polie en silex blanc également, un petit tranchet en silex jaunâtre et un fragment d'anneau en argilithe ferrugineuse, dont le gisement le moins éloigné de Champigny serait encore l'Auvergne.

» D'autre part, plusieurs fragments d'anneaux en pierre, soit en calcaire marbre grisâtre provenant du carbonifère ou du dévonien des Ardennes ou du Boulonnais, soit en calcaire grenu noir ou blanchâtre, trouvés dans la même région, m'ont été communiqués, avec quelques fragments de poteries, par la veuve de celui qui, le premier, a fait connaître la station préhistorique de Champigny.

» En résumé, on voit, comme dans les fouilles dont j'ai rendu compte dans ma première Note, que les matériaux qui ont servi à fabriquer les pièces que je viens de signaler sommairement, proviennent de localités très différentes et parfois très éloignées les unes des autres (les Alpes, l'Auvergne, les Ardennes), indiquant ainsi de nouveau soit des migrations plus ou moins lointaines des peuplades préhistoriques de Champigny, soit de fréquents échanges commerciaux avec d'autres tribus ou peuplades. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *De la formation du delta de la Néva, d'après les dernières recherches*. Note de M. **Venukoff**, présentée par M. Daubrée.

« Les plus anciennes annales russes ne disent rien sur le fleuve Néva. D'après elles, la rivière de Volkhov se jetait dans un lac (Nevo ou Ladoga),

qui se trouvait en communication immédiate avec la mer. En supposant même que ce fût une errenr de l'analyste et que le fleuve de Néva existât au xe siècle [1] dans toute sa longueur, nous ne devons pas oublier que le premier établissement installé sur ses bords, notamment le fort Oriéschek (Schusselbourg), fut créé vers l'issue du fleuve du lac Ladoga, et non à son embouchure dans le golfe de Finlande, où de vastes marais occupaient la place de la terre ferme actuelle. La fondation de Saint-Pétersbourg, en 1703, eut lieu sur un sol extrêmement bas et marécageux. Il fallut abattre les forêts qui le couvraient, et, avec ce bois et des pierres transportées de loin, exhausser le terrain pour commencer la construction des maisons. La surface des rues et des quais fut aussi recouverte de cailloux et de sable amenés de loin. Depuis lors, la hauteur moyenne du sol, à Saint-Pétersbourg, est allée en augmentant et en s'élevant au-dessus du niveau des eaux environnantes, grâce surtout à la canalisation du delta et aux terres extraites du lit des canaux, et qu'on déposait sur la surface des îles artificiellement créées. En 1743, Celsius détermina dans quelles proportions avait lieu cet exhaussement, et reconnut qu'il se produisait à raison de $1^{m},387$ par siècle; mais c'était un calcul presque hypothétique qui ne pouvait svrvir de base aux géologues dans leurs considérations sur la formation du delta. Tout récemment, on en a cherché une autre plus sûre, et on l'a trouvée dans la comparaison des cartes et des plans du delta, dressés en 1743 et en 1889. Cette comparaison a montré que la superficie du delta de la Néva, en cent quarante-six ans, a augmenté de 405^{ha}. C'est un chiffre exact, quoiqu'il ne donne pas la mesure de l'exhaussement du terrain qui a toujours continué artificiellement par suite du pavage des rues et d'autres travaux de terrassement. Mais, comme on n'avait rien fait pour la création des îles artificielles du côté de la mer, on peut considérer le chiffre de 405^{ha} comme résultat de l'accroissement *naturel* du delta, c'est-à-dire du dépôt, dans la baie de Cronstadt, de sable et de limon apportés par la Néva et non par la main des hommes. Ce chiffre est très faible, en comparaison de l'agrandissement des deltas du Rhône, du Danube, du Volga; mais l'explication est facile à donner : l'eau de la Néva est très pure, ses nombreux

(1) Dans l'hypothèse de la communication immédiate entre le lac et le golfe, une chute d'eau fut inévitable au point de jonction des deux bassins, car le lac Ladoga est de $2^{m},7$ (et non de 6^{m}, comme on le supposait jusqu'à 1885) au-dessus de la mer Baltique. Or, aucune tradition ne parle de cette chute, et la navigation des bateaux scandinaves se rendant à Novgorod se faisait toujours sans obstacle.

affluents déposant leurs alluvions dans le lac de Ladoga, qui est à peine à 65^{km} de la mer.

» Comme, à son embouchure actuelle, la Néva se divise en quatre bras principaux, dont le plus fréquenté des navires et, pour cette raison, encadré de quais en granite, est celui du sud, il était tout naturel que l'accroissement du delta se produisît surtout dans la partie nord de l'archipel, où trois branches du fleuve déposent leurs alluvions; cette conjecture est confirmée par des observations. L'île Wassilieff, la première au nord de la grande Néva, s'est agrandie, en cent quarante-six ans, de 175^{ha}; l'île du Vieux-Pétersbourg, encore plus au nord, s'est augmentée de 76^{ha}, et ainsi de suite. Quelques petites îles se sont formées aux embouchures des trois branches septentrionales et ont acquis une largeur suffisante pour qu'on pût y bâtir de vastes maisons. Ainsi, l'île Jadimérovsky, qui a 11^{ha} de superficie, n'existait pas du temps de Catherine II, c'est-à-dire il y a à peine quatre-vingt-quinze ans. Plusieurs autres transformations du delta ont également eu lieu depuis 1748, et toujours dans le même sens de l'avancement des terres vers l'ouest.

» La formation de vastes bas-fonds précédait constamment l'apparition même des îles, et ce phénomène continue de nos jours. L'étendue générale des espaces actuellement couverts par la couche d'eau, qui ne dépasse pas 1^m de profondeur, est égale à 1133^{ha}, et toute la lagune qui sépare Saint-Pétersbourg de Cronstadt, lagune qui a 25^{km} de longueur et 10^{km} à 15^{km} de largeur, se remplit peu à peu de vase et de sable. Mais quand sera-t-elle comblée? C'est une question à laquelle on ne peut pas répondre, faute d'observations sur les changements de la profondeur dans les diverses parties de la baie. On peut seulement supposer que, lorsque la baie de Cronstadt disparaîtra, la nouvelle embouchure de la Néva se formera au sud de l'île Cotline, car le détroit au nord se remplit peu à peu de cailloux et d'autres matières, qu'on y jette pour fermer le passage aux navires de guerre qui pourraient attaquer Saint-Pétersbourg, en tournant les forts de Cronstadt qui est bâtie sur la Cotline. »

A 4 heures trois quarts, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures un quart. M. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 3 MARS 1890.

Annuaire de la Marine. 1890. Paris, Berger-Levrault et Cie; 1 vol. in-8°.

La Société, l'École et le Laboratoire d'Anthropologie de Paris à l'Exposition universelle de 1889. Palais des Arts libéraux. Instruction publique. Paris, Imprimeries réunies, 1889; 1 vol. gr. in-8°.

Des endométrites infectieuses. Essai de thérapeutique utérine antiseptique; par le Dr MAURICE PERAIRE. Paris, G. Steinheil, 1889; 1 vol. in-8°. (Renvoyé au concours Montyon, Médecine et Chirurgie.)

Topographie médicale de Bourg-en-Bresse; par M. le Dr AUBERT. Mémoire manuscrit. (Présenté par M. le baron Larrey et renvoyé au concours de Statistique.)

A.-E. NORDENSKIOLD. *Facsimile-Atlas to the early history of Cartography. Translated from the Swedish original by* JOHAN ADOLF EKELOF *and* CLEMENTS R. MARKHAM. Stockholm, MDCCCLXXXIX; 1 vol. gr. in-f°. (Présenté par M. Daubrée.)

Journal du Congrès des Mathématiciens, des Naturalistes, des Géographes et des Médecins russes, tenu, au mois de janvier 1890, *à Saint-Pétersbourg;* 1 vol. in-4°.

Atti del reale Istituto veneto di Scienze, Lettere ed Arti, dal novembre 1888 all' ottobre 1889. Tomo settimo, serie sesta. Dispensa terza, dispensa decima. Venezia, Presso la Segreteria dell' Istituto, 1888-1889; 8 vol. in-8°.

Report of the first meeting of the Australasian Association for the advancement of Science, held at Sydney, New South Wales, in August and September 1888. Sydney, 1889; 1 vol. gr. in-8°.

ERRATA.

(Séance du 24 février 1890.)

Note de M. *Stanislas Meunier,* Contribution à l'histoire du fer chromé :

Page 425, ligne 20, *au lieu de* 63,06, *lisez* 68,06.



On souscrit à Paris, chez GAUTHIER-VILLARS ET FILS,
Quai des Grands-Augustins, n° 55.

Depuis **1835** les **COMPTES RENDUS** hebdomadaires paraissent régulièrement le *Dimanche*. Ils forment, à la fin de l'année, deux volumes in-4°. Deux Tables, l'une par ordre alphabétique de matières, l'autre par ordre alphabétique de noms d'Auteurs, terminent chaque volume. L'abonnement est annuel et part du 1er janvier.

Le prix de l'abonnement est fixé ainsi qu'il suit :

Paris : **20** fr. — Départements : **30** fr. — Union postale : **34** fr. — Autres pays : les frais de poste extraordinaires en sus.

On souscrit, dans les Départements,

	chez Messieurs :
Agen	Michel et Médan.
Alger	Gavault St-Lager. Jourdan. Ruff.
Amiens	Hecquet-Decobert.
Angers	Germain et Grassin. Lachèse et Dolbeau
Bayonne	Jérôme.
Besançon	Jacquard.
Bordeaux	Avrard. Chaumas. Vincent. Muller (G.).
Bourges	David.
Brest	Lefournier. F. Robert. J. Robert. Ve Uzel Caroff.
Caen	Baër. Massif.
Chambéry	Perrin.
Cherbourg	Henry.
Clermont-Ferr...	Rousseau. Ribou-Collaye.
Dijon	Lamarche. Ratel. Damidot.
Douai	Lauverjat. Crépin.
Grenoble	Drevet. Gratier.
La Rochelle	Robin.
Le Havre	Bourdignon. Dombre.
Lille	Ropiteau. Lefebvre. Quarré.
Lorient	Gosse. Mme Texier.
Lyon	Beaud. Georg. Mégret. Palud. Vitte et Pérussel.
Marseille	Millaud.
Montpellier	Calas. Coulet.
Moulins	Martial Place.
Nancy	Sordoillet. Grosjean-Maupin. Sidot frères.
Nantes	Loiseau. Mme Veloppé.
Nice	Barma. Visconti et Cie.
Nîmes	Thibaud.
Orléans	Luzeray.
Poitiers	Blanchier. Druineaud.
Rennes	Plihon et Hervé.
Rochefort	Boucheron-Rossignol.
Rouen	Langlois. Lestringant.
St-Étienne	Chevalier.
Toulon	Bastide. Rumèbe.
Toulouse	Gimet. Privat.
Tours	Boisselier. Péricat. Suppligeon.
Valenciennes	Giard. Lemaître.

On souscrit, à l'Étranger,

	chez Messieurs :
Amsterdam	Robbers. Feikema Caarchen et Cie.
Athènes	Wilberg.
Barcelone	Verdaguer. Piaget.
Berlin	Asher et Cie. Calvary et Cie. Friedlander et fils. Mayer et Müller.
Berne	Schmid, Francke et Cie.
Bologne	Zanichelli et Cie.
Bruxelles	Ramlot. Mayolez. Falk.
Bucharest	Haimann. Ranisteanu.
Budapest	Kilian.
Cambridge	Deighton, Bell et Co
Christiania	Cammermeyer.
Constantinople	Lorentz et Keil.
Copenhague	Höst et fils.
Florence	Lœscher et Seeber.
Gand	Hoste.
Gênes	Beuf.
Genève	Cherbuliez. Georg. Stapelmohr.
La Haye	Belinfante frères.
Lausanne	Benda. Payot.
Leipzig	Barth. Brockhaus. Lorentz. Max Rübe. Twietmeyer.
Liège	Brandt. Gnusé.
Londres	Dulau. Nutt.
Luxembourg	V. Bück.
Madrid	Fuentès et Capdeville. Librairie Gutenberg. Gonzalès e hijos. Yravedra. F. Fé.
Milan	Dumolard frères. Hœpli.
Moscou	Gautier.
Naples	Furcheim. Marghieri di Gius. Pellerano.
New-York	Christern. Westermann.
Odessa	Rousseau.
Oxford	Parker et Cie.
Palerme	Clausen.
Porto	Magalhaès.
Prague	Rivnac.
Rio-Janeiro	Garnier.
Rome	Bocca frères. Loescher et Cie.
Rotterdam	Kramers et fils.
Stockholm	Samson et Wallin.
St-Petersbourg	Librairie Française. Wolff.
Turin	Bocca frères. Brero. Clausen. Rosenberg et Sellier.
Varsovie	Gebethner et Wolff.
Verone	Drucker.
Vienne	Frick. Gerold et Cie.
Zürich	Meyer et Zeller.

TABLES GÉNÉRALES DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES :

Tomes **1er** à **31**. — (3 Août 1835 à 31 Décembre 1850.) Volume in-4°; 1853. Prix .... **15** fr.
Tomes **32** à **61**. — (1er Janvier 1851 à 31 Décembre 1865.) Volume in-4°; 1870. Prix .... **15** fr.
Tomes **62** à **91**. — (1er Janvier 1866 à 31 Décembre 1880.) Volume in-4°; 1889. Prix .... **15** fr.

SUPPLÉMENT AUX COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES :

Tome I : Mémoire sur quelques points de la Physiologie des Algues, par MM. A. Derbès et A.-J.-J. Solier. — Mémoire sur le Calcul des Perturbations qu'éprouvent les Comètes, par M. Hansen. — Mémoire sur le Pancréas et sur le rôle du suc pancréatique dans les phénomènes digestifs, particulièrement dans la digestion des matières grasses, par M. Claude Bernard. Volume in-4°, avec 32 planches; 1856 .... **15** fr.

Tome II : Mémoire sur les vers intestinaux, par M. P.-J. Van Beneden. — Essai d'une réponse à la question de Prix proposée en 1850 par l'Académie des Sciences pour le concours de 1853, et puis remise pour celui de 1856, savoir : « Étudier les lois de la distribution des corps organisés fossiles dans les différents terrains sédimentaires, suivant l'ordre de leur superposition. — Discuter la question de leur apparition ou de leur disparition successive ou simultanée. — Rechercher la nature des rapports qui existent entre l'état actuel du règne organique et ses états antérieurs », par M. le Professeur Bronn. In-4°, avec 27 planches; 1861... **15** fr.

A la même Librairie les **Mémoires de l'Académie des Sciences**, et les **Mémoires présentés par divers Savants à l'Académie des Sciences**.

N° 9.

TABLE DES ARTICLES. (Séance du 3 mars 1890.)

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE

NOMINATIONS.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

CORRESPONDANCE.

PARIS. — IMPRIMERIE GAUTHIER-VILLARS ET FILS,
Quai des Grands-Augustins, 55.

1890

PREMIER SEMESTRE.

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES
DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

TOME CX.

N° 10 (10 Mars 1890).

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS ET FILS, IMPRIMEURS-LIBRAIRES
DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,
Quai des Grands-Augustins, 55

1890

REGLEMENT RELATIF AUX COMPTES RENDUS,

ADOPTÉ DANS LES SÉANCES DES 23 JUIN 1862 ET 24 MAI 1875.

Les *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie* se composent des extraits des travaux de ses Membres et de l'analyse des Mémoires ou Notes présentés par des savants étrangers à l'Académie.

Chaque cahier ou numéro des *Comptes rendus* a 48 pages ou 6 feuilles en moyenne.

26 numéros composent un volume.

Il y a deux volumes par année.

ARTICLE 1er. — *Impression des travaux de l'Académie.*

Les extraits des Mémoires présentés par un Membre ou par un Associé étranger de l'Académie comprennent au plus 6 pages par numéro.

Un Membre de l'Académie ne peut donner aux *Comptes rendus* plus de 50 pages par année.

Les communications verbales ne sont mentionnées dans les *Comptes rendus*, qu'autant qu'une rédaction écrite par leur auteur a été remise, séance tenante, aux Secrétaires.

Les Rapports ordinaires sont soumis à la même limite que les Mémoires; mais ils ne sont pas compris dans les 50 pages accordées à chaque Membre.

Les Rapports et Instructions demandés par le Gouvernement sont imprimés en entier.

Les extraits des Mémoires lus ou communiqués par les correspondants de l'Académie comprennent au plus 4 pages par numéro.

Un Correspondant de l'Académie ne peut donner plus de 32 pages par année.

Dans les *Comptes rendus*, on ne reproduit pas les discussions verbales qui s'élèvent dans le sein de l'Académie; cependant, si les Membres qui y ont pris part désirent qu'il en soit fait mention, ils doivent rédiger, séance tenante, des Notes sommaires, dont ils donnent lecture à l'Académie avant de les remettre au Bureau. L'impression de ces Notes ne préjudicie en rien aux droits qu'ont ces Membres de lire, dans les séances suivantes, des Notes ou Mémoires sur l'objet de leur discussion.

Les Programmes des prix proposés par l'Académie sont imprimés dans les *Comptes rendus*, mais les Rapports relatifs aux prix décernés ne le sont qu'autant que l'Académie l'aura décidé.

Les Notices ou Discours prononcés en séance publique ne font pas partie des *Comptes rendus*.

ARTICLE 2. — *Impression des travaux des Savants étrangers à l'Académie.*

Les Mémoires lus ou présentés par des personnes qui ne sont pas Membres ou Correspondants de l'Académie peuvent être l'objet d'une analyse ou d'un résumé qui ne dépasse pas 3 pages.

Les Membres qui présentent ces Mémoires sont tenus de les réduire au nombre de pages requis. Le Membre qui fait la présentation est toujours nommé; mais les Secrétaires ont le droit de réduire cet Extrait autant qu'ils le jugent convenable, comme ils le font pour les articles ordinaires de la correspondance officielle de l'Académie.

ARTICLE 3.

Le *bon à tirer* de chaque Membre doit être remis à l'imprimerie le mercredi au soir, ou, au plus tard, le jeudi à 10 heures du matin; faute d'être remis à temps, le titre seul du Mémoire est inséré dans le *Compte rendu* actuel, et l'extrait est renvoyé au *Compte rendu* suivant, et mis à la fin du cahier.

ARTICLE 4. — *Planches et tirage à part.*

Les *Comptes rendus* n'ont pas de planches.

Le tirage à part des articles est aux frais des auteurs; il n'y a d'exception que pour les Rapports et les Instructions demandés par le Gouvernement.

ARTICLE 5.

Tous les six mois, la Commission administrative fait un Rapport sur la situation des *Comptes rendus* après l'impression de chaque volume.

Les Secrétaires sont chargés de l'exécution du présent Règlement.

Les Savants étrangers à l'Académie qui désirent faire présenter leurs Mémoires par MM. les Secrétaires perpétuels sont priés de les déposer au Secrétariat au plus tard le Samedi qui précède la séance, avant 5h. Autrement la présentation sera remise à la séance suivante

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 10 MARS 1890,

PRÉSIDENCE DE M. HERMITE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

Notice sur la vie et les travaux de Georges-Henri Halphen, *Membre de la Section de Géométrie;* par M. Émile Picard.

« Il semble que l'on puisse aujourd'hui distinguer, chez les mathématiciens, deux tendances d'esprit différentes. Les uns se préoccupent principalement d'élargir le champ des notions connues; sans se soucier toujours des difficultés qu'ils laissent derrière eux, ils ne craignent pas d'aller en avant et recherchent de nouveaux sujets d'études. Les autres préfèrent rester, pour l'approfondir davantage, dans le domaine de notions mieux élaborées; ils veulent en épuiser les conséquences, et s'efforcent de mettre en évidence dans la solution de chaque question les véritables éléments dont elle dépend. Ces deux directions de la pensée mathématique s'ob-

servent dans les différentes branches de la Science; on peut dire toutefois, d'une manière générale, que la première tendance se rencontre le plus souvent dans les travaux qui touchent au Calcul intégral et à la théorie des fonctions; les travaux d'Algèbre moderne et de Géométrie analytique relèvent surtout de la seconde. C'est à celle-ci que se rattache principalement l'œuvre d'Halphen : ce profond mathématicien fut avant tout un algébriste. Les problèmes difficiles d'Algèbre et de Géométrie énumérative, par lesquels il débuta dans la Science, et où une solution n'a de prix que si elle est complète et définitive, l'habituèrent à creuser à fond les questions qu'il étudiait. On retrouve dans tous ses écrits le souci constant de ne rien laisser d'inachevé. Mettant à profit, avec un art consommé, le secours que peuvent se prêter les diverses parties des Mathématiques, il a su pousser jusqu'à leur dernier terme les solutions des problèmes qu'il s'est posés. Son œuvre, si parfaite, laissera dans la Science une trace durable.

» Georges-Henri Halphen naquit à Rouen, le 30 octobre 1844; il entra à l'École Polytechnique en 1862, et, à sa sortie en 1866 de l'École d'Application de Metz, fut envoyé comme lieutenant d'Artillerie à Auxonne d'abord et ensuite à Strasbourg. Le premier travail mathématique que nous ayons à mentionner date de 1869. Il est relatif à la recherche du nombre des droites communes à deux congruences. Halphen avait trouvé sa voie; nous allons le voir bientôt attaquer successivement, et avec plein succès, les problèmes les plus difficiles relatifs à la théorie géométrique de l'élimination et à la théorie des courbes algébriques. Travaillant en silence, il s'était initié, pendant les années précédentes, aux méthodes de l'Algèbre et de la Géométrie modernes. Dès cette époque, il était en possession de résultats de la plus haute importance, concernant les courbes gauches algébriques, et les communiquait très succinctement à l'Académie dans les premiers mois de 1870. Nous reparlerons de ce beau Mémoire, que d'autres productions d'Halphen égalent peut-être, mais certainement ne dépassent pas. Maintenant c'est sur un autre terrain que le lieutenant d'artillerie va déployer son énergie et montrer sa valeur. Il était à Besançon au mois de juillet 1870; après s'être occupé activement de l'armement de cette place, il arriva à Paris, très souffrant encore d'une chute de cheval qu'il venait de faire. Malgré l'avis de son médecin, il partit peu de jours après pour Mézières; employé d'abord à la défense de cette ville, il eut la chance de la quitter avant son investissement complet, et alla retrouver au nord l'armée du général Faidherbe. Là il prit part à la bataille de Pont-Noyelles, où il fut fait chevalier de la Légion d'honneur, puis aux

batailles de Bapaume et de Saint-Quentin. Il était nommé capitaine à la fin de cette campagne, dans laquelle il s'était signalé par des actions d'éclat, qui lui valurent l'honneur d'une citation dans le récit du général Faidherbe sur les opérations de l'armée du Nord.

» En 1872, Halphen se fixe à Paris, où il devient répétiteur à l'École Polytechnique et reprend ses études scientifiques. De tous les travaux de cette partie de sa vie, ceux qui lui ont coûté le plus d'efforts sont relatifs à la théorie célèbre des caractéristiques. A la suite des recherches de M. de Jonquières et de Chasles, l'étude des systèmes algébriques de coniques, dépendant d'un paramètre arbitraire, préoccupait vivement les géomètres. Chasles avait, par induction, trouvé une loi générale faisant connaître le nombre des coniques satisfaisant à une condition donnée. Ce nombre se composait d'une somme de deux termes, chacun de ceux-ci étant un produit de deux facteurs, dont l'un dépendait seulement du système et l'autre de la condition. Halphen, en même temps que plusieurs autres géomètres éminents, s'efforça de démontrer la loi de Chasles. Il crut même en avoir trouvé une démonstration; mais, bientôt après, s'apercevant d'une erreur dans ses raisonnements, il fut conduit à soupçonner que la loi était inexacte, et reprit l'étude de la question. Après de longues recherches, il eut la satisfaction d'arriver à la solution complète par une méthode dont on ne peut trop louer l'originalité. On peut faire correspondre uniformément les coniques d'un système aux points d'une courbe algébrique convenable; de même, on fera correspondre à la condition donnée une autre courbe algébrique. C'est la considération de ces deux lignes qui conduit Halphen au résultat cherché. En particulier, pour que l'énoncé de Chasles soit exact, il faut et il suffit que l'une d'elles ne passe pas à l'origine des coordonnées. Il en sera toujours ainsi, si le système de coniques ne présente que des singularités ordinaires, c'est-à-dire des singularités qui existent nécessairement dans l'ensemble d'un système et de son corrélatif. Cette distinction entre les singularités ordinaires ou nécessaires et les singularités extraordinaires avait été pour Halphen, au début de ces études, un trait de lumière. Elle lui était bien familière dans une autre théorie, dont il s'occupait en même temps, celle des courbes algébriques, à laquelle il consacra de nombreux Mémoires.

» Les points singuliers jouent dans l'étude des courbes algébriques un rôle considérable. Les principes pour la discussion d'une telle courbe dans le voisinage d'un point avaient été établis définitivement par Puiseux. D'autre part, Riemann, dans sa théorie des fonctions abéliennes, avait in-

troduit la notion capitale du genre des courbes algébriques, et partagé celles-ci en différentes classes, deux courbes étant de la même classe quand elles se correspondent uniformément. L'illustre géomètre, qui aimait les grands horizons, avait peu insisté sur plus d'un point difficile, en particulier sur ce qui concerne les singularités élevées. Halphen donne une formule générale, applicable à tous les cas, pour la détermination du genre d'une courbe algébrique; puis, passant à l'étude des courbes d'une même classe, il approfondit une proposition remarquable donnée par M. Nœther, d'après laquelle on peut trouver dans toute classe des courbes n'ayant que des singularités ordinaires. Le savant géomètre allemand employait pour cette transformation une succession de substitutions quadratiques; Halphen veut trouver une transformée ayant avec la courbe initiale des rapports géométriques simples : il y réussit de deux manières différentes. Dans une première solution, il établit que toute courbe plane algébrique est la perspective d'une courbe gauche n'ayant qu'un point singulier, et telle qu'en ce point toutes les branches aient des tangentes distinctes; faisant alors la perspective de cette courbe gauche d'un point de vue arbitraire, il obtient la transformée cherchée. La seconde solution se rattache à l'étude d'une série de courbes analogues aux développées, dans laquelle apparaissent dans tout leur éclat la science profonde et le remarquable talent de notre auteur. Prenant une conique arbitraire dans le plan de la courbe à transformer, il considère en chaque point de celle-ci sa tangente et la polaire du point par rapport à la conique; le lieu de l'intersection de ces deux droites donne une transformée uniforme de la courbe. Halphen établit qu'après avoir répété un nombre fini de fois cette transformation, on arrivera à une courbe n'ayant plus que des points singuliers ordinaires. Puis il démontre ce théorème si curieux et si caché, qu'à partir d'un certain rang les degrés et les classes des transformées précédentes forment deux progressions arithmétiques de même raison. Ce beau résultat comprend, comme cas particulier, cette étonnante propriété des développées des courbes algébriques, dont les degrés et les classes sont, à partir d'un certain rang, en progression arithmétique.

» Ces travaux approfondis sur la théorie des courbes permirent à Halphen de reprendre ses études sur l'élimination. La recherche des points d'une courbe algébrique, qui satisfont à une condition exprimée par une équation différentielle algébrique donnée, se présente en Géométrie dans divers cas particuliers, par exemple dans la recherche des points d'inflexion. La question méritait d'être abordée dans toute sa généralité.

Halphen se place au même point de vue que dans la théorie des caractéristiques, c'est-à-dire cherche à mettre en évidence les éléments relatifs à la courbe et les éléments dépendant de la condition, qui est ici l'équation différentielle. Pour les équations du premier ordre, la solution est de même forme que dans le cas classique des caractéristiques; pour celles du second ordre, on a encore une formule analogue, mais renfermant trois termes au lieu de deux. La généralisation semble immédiate, mais l'analogie tromperait étrangement; pour les équations d'ordre supérieur, on ne peut plus d'une manière générale fixer de limites pour le nombre des termes. C'est là un résultat dont l'intérêt philosophique est très grand; il montre, avec la dernière évidence, que les singularités élevées des courbes algébriques ne peuvent avoir pour équivalents, dans toute question, un nombre déterminé de singularités ordinaires indépendant à la fois de cette question et de la courbe que l'on étudie. Bientôt après, ces difficiles recherches sont étendues aux courbes gauches, et, dans quelques cas particuliers, aux surfaces algébriques.

» Dans un des Mémoires précédents, Halphen avait rencontré des équations différentielles restant inaltérées par une transformation homographique quelconque. Ce nouveau genre d'invariance excita son intérêt; il réussit à former toutes les équations jouissant de cette propriété, et présenta ce travail comme Thèse, en 1878, sous le titre d'*Invariants différentiels*. L'équation différentielle des lignes droites et celle des coniques donnaient immédiatement deux exemples d'invariants. La découverte d'un invariant du septième ordre, amenée par les considérations géométriques les plus ingénieuses, permit à Halphen de développer la théorie générale qu'il étendit ensuite aux courbes gauches.

» Ces résultats, si intéressants en eux-mêmes, allaient permettre à leur auteur d'aborder une importante question de Calcul intégral. Dans deux Notes mémorables, Laguerre venait d'appeler l'attention des géomètres sur les invariants des équations différentielles linéaires. Halphen voit de suite le rapport qu'il y a entre ses recherches antérieures et la notion nouvelle introduite par Laguerre; ainsi assuré, en quelque sorte *a priori*, de la possibilité d'édifier une théorie complète des invariants des équations linéaires, il s'attaque à ce nouveau problème et en approfondit tous les détails. Le nombre des invariants absolus distincts d'une équation linéaire est inférieur de deux unités à son ordre; on peut les obtenir d'une manière régulière, en ramenant l'équation à une forme canonique, forme dont l'introduction dans cette question, comme dans certaines théories

algébriques parallèles, est bien digne de remarque. Halphen montra l'intérêt de ses recherches au point de vue du Calcul intégral, en apprenant à reconnaître si une équation différentielle linéaire est susceptible d'être ramenée à certains types connus déjà intégrés, au moyen d'un changement de variable et de fonction qui n'altère pas sa forme. On comprend que les relations entre les invariants absolus doivent jouer, dans une telle question, un rôle capital; c'est, en effet, de la nature de ces relations qu'Halphen déduisit la solution du beau problème qu'il s'était posé. L'Académie avait proposé, comme sujet du grand prix des Sciences mathématiques pour 1880, de perfectionner la théorie des équations différentielles linéaires; le prix fut décerné au Mémoire *Sur la réduction des équations linéaires aux formes intégrables*.

» Bientôt après, Halphen remportait un nouveau succès académique. L'Académie des Sciences de Berlin avait mis au concours, pour le prix Steiner de 1882, la solution d'une question importante concernant les courbes gauches algébriques. Halphen, nous l'avons dit, possédait, dès 1870, d'importants résultats sur cette théorie; ce lui fut l'occasion de reprendre son travail qui n'avait pas été publié, et de le compléter. Il l'envoya au concours et reçut le prix, qui fut doublé, en même temps que M. Nœther. Cet admirable Mémoire me paraît l'œuvre la plus profonde d'Halphen. Il a réussi à énumérer et à classer en diverses familles les courbes d'un même degré. Dans la théorie si difficile des courbes gauches algébriques, c'est sur l'extension des formules de Plücker qu'avaient d'abord porté les efforts des géomètres; elle fut obtenue, il y a longtemps déjà, par M. Cayley, et complétée par M. Salmon. Dans ces formules s'introduisent, outre le degré, certains nombres entiers relatifs à la courbe considérée; mais ceux-ci ne suffisent pas, en général, à distinguer une famille de courbes. Parmi eux, il en est un d'une importance extrême; c'est le nombre des points doubles apparents. Pour une courbe d'un degré donné, ce nombre a une limite supérieure, facile à obtenir. Bien autrement cachée était la limite inférieure; Halphen réussit à trouver la limite véritable, c'est-à-dire celle qui peut être effectivement atteinte, et démontre ce résultat si saillant que les courbes correspondantes sont situées sur des surfaces du second degré. La classification repose sur la considération de l'ordre minimum d'une surface algébrique passant par la courbe gauche; pour l'obtenir, Halphen introduit différentes fonctions numériques du degré de la courbe, dont les valeurs sont comprises entre le maximum et le minimum que nous venons de signaler, et l'ordre cherché dépend

de la place qu'occupe dans cette suite le nombre des points doubles apparents. Les méthodes générales sont appliquées à la classification complète des courbes jusqu'au vingtième degré, et à celle des courbes de degré cent vingt.

» Je ne puis parcourir l'œuvre entière d'Halphen; à côté de ces études de longue haleine, dont nous avons essayé de donner une idée, nous pourrions citer d'autres Mémoires de moindre étendue, où nous retrouverions une pensée originale. Mentionnons au moins un travail sur la théorie des séries, qui renferme des résultats inattendus; une série très générale, procédant suivant certains polynômes entiers, dont chacun est la dérivée du suivant, et qui semble susceptible de représenter des fonctions très variées, ne peut au contraire être employée que pour le développement de fonctions entières, jouissant elles-mêmes d'un caractère très spécial. De tels résultats, tout négatifs qu'ils soient, sont d'un grand intérêt; ils nous montrent une fois de plus avec quelle prudence on doit procéder dans l'emploi de nouveaux modes de développements des fonctions. Ces constatations ont d'ailleurs leur mélancolie, car elles peuvent inquiéter pour plus d'un développement, usité dans les applications, et dont la légitimité est pour le moins douteuse.

» Ces travaux considérables avaient placé Halphen parmi les géomètres des plus éminents de l'Europe. Le 15 mars 1886, l'Académie des Sciences, dont il avait été trois fois le lauréat, le désignait à la presque unanimité des suffrages, pour remplir la place vacante, dans la Section de Géométrie, par le décès de M. Bouquet. Halphen était chef d'escadron depuis le 13 juillet 1884, et il avait, peu de temps auparavant, été nommé examinateur d'admission à l'École Polytechnique. Dans ces concours, où sont en présence de si sérieux intérêts, ce n'est pas une tâche facile que d'exprimer, par un nombre, son opinion sur la valeur d'un candidat. Jugeant de ce qu'il sait, on voudrait aussi apprécier l'effort intellectuel dont il sera plus tard capable; difficulté d'autant plus grande, qu'une préparation excellente, mais ayant quelquefois cherché à tout prévoir, peut provoquer l'illusion. Dans ses nouvelles fonctions, Halphen montra, dès le début, beaucoup de pénétration. Enchaînant ses questions avec une grande habileté, il parcourait sans effort le cycle entier du programme et il a laissé le souvenir d'un examinateur incomparable.

» Tous ceux qui ont approché Halphen ont apprécié ce caractère noble et loyal, que blessait et irritait la moindre injustice. Quand l'intérêt de la Science lui paraissait en jeu, il exprimait sans réserves son opinion. Bien-

veillant pour les travaux qu'il avait à juger, quand il croyait y trouver une idée, il aimait peu les généralisations faciles qui, disait-il, encombrent la Science.

» Au mois d'octobre 1886, Halphen voulut reprendre dans l'armée un service actif, et fut chargé du commandement des batteries au 11e régiment à Versailles. C'était une lourde tâche qui venait s'ajouter à l'effort considérable que lui demandait en ce moment même la préparation de son Traité sur les fonctions elliptiques.

» On ne peut parler sans tristesse de cette Œuvre, interrompue par une impitoyable fatalité, où l'auteur s'était proposé de développer la théorie des fonctions elliptiques sous la forme qui lui paraissait la plus avantageuse pour les applications, et en même temps de donner de celles-ci un tableau complet. Halphen était depuis longtemps familier avec cette théorie. Ses recherches sur les équations différentielles linéaires avaient principalement porté autrefois sur les équations à coefficients doublement périodiques; plus récemment un mémoire sur une courbe élastique l'avait forcé à faire une discussion approfondie des divers cas qui peuvent se présenter dans le problème de l'inversion. Les deux premiers Volumes seuls ont paru; le premier est consacré à la théorie générale, le second traite des applications à la Mécanique, à la Géométrie et au Calcul intégral. Ils exerceront une grande influence sur l'enseignement de cette importante branche de la Science. Les questions traitées trouvent là leur solution définitive. Les transcendantes elliptiques y sont maniées avec la même aisance que les fonctions circulaires dans d'autres sujets plus élémentaires; les formules de cette autre Trigonométrie sont sans doute plus complexes, mais cette complication, tenant à la nature des choses, semble réduite autant qu'il est possible.

» Le troisième Volume devait traiter des applications algébriques et arithmétiques; c'eût été, sans aucun doute, la partie maîtresse de ce bel Ouvrage. C'est là que se serait déployé dans tout son éclat le talent d'Halphen, rompu aux problèmes les plus abstraits de l'Algèbre. Après de laborieux efforts, ce puissant esprit avait enfin triomphé des difficultés énormes que présentait un tel sujet, et il allait se mettre à la rédaction définitive. Le temps ne devait pas lui être donné pour achever son œuvre. Le 21 mai dernier, il était enlevé à l'affection des siens, après une courte maladie, à l'âge de quarante-quatre ans. Ce fut un deuil cruel pour la Science française, dont il était un des plus éminents représentants, et aussi pour notre armée qui perdit en lui un officier supérieur du plus grand avenir. Tous

les amis d'Halphen garderont le souvenir de cet homme de cœur, qui mourut avant l'heure en travaillant noblement pour la Science et pour son pays. Sa vie trop courte aura du moins été bien remplie, il laisse un nom et une œuvre qui ne périront point. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur les phénomènes optiques qui ont été visibles, autour du Soleil, le* 3 *mars* 1890. Note de M. **A. Cornu**.

« Lundi dernier, 3 mars, vers $3^h 45^m$, on voyait autour du Soleil un ensemble de phénomènes optiques rarement visibles simultanément dans nos climats, à savoir le halo de 22° avec ses deux parhélies, ses deux arcs parhéliques horizontaux et son arc tangent supérieur, le tout enveloppé du halo de 46° offrant aussi son arc tangent supérieur. C'était exactement la reproduction du frontispice de la Météorologie de Kaemtz, représentant les phénomènes observés à Piteå, en Suède, le 4 octobre 1839.

» Les parhélies étaient particulièrement brillants sur le Soleil brumeux et présentaient bien l'apparence de deux soleils perçant le brouillard : chacun d'eux offrait une sorte de panache horizontal ou arc parhélique, qui se prolongeait en s'estompant vers l'extérieur du halo.

» Les arcs tangents étaient tous deux vivement colorés : celui du halo de 22° était remarquable par sa longueur et sa forme ondulée.

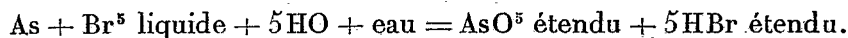
» J'ai déjà eu l'occasion (*Comptes rendus*, t. CII, p. 1210; 1886) d'attirer l'attention des météorologistes sur l'importance de ces apparitions pour la prévision du temps. J'ajouterai que l'observation du spectre solaire, le même jour, aux environs de midi, au moment où le halo de 22° commençait à apparaître, était d'accord avec ces phénomènes pour signaler dans les régions supérieures de l'atmosphère des courants humides et chauds, malgré le froid exceptionnel de la matinée (minimum à Paris, le 3 mars, — 11°). Lorsque les conditions météorologiques sont stationnaires, j'ai reconnu que l'effacement des raies aqueuses au voisinage de D coïncide avec des froids aussi exceptionnels pour la saison. Or ces raies aqueuses étaient, le 3 mars, beaucoup moins effacées que le 28 février : ce jour-là elles avaient à peu près complètement disparu, quoique le minimum de la matinée n'eût pas dépassé — 4°.

» La violente bourrasque apparue le lendemain au nord de l'Europe était donc signalée par les deux espèces de phénomènes optiques, de nature si différente, décrits ci-dessus.

» L'apparition des arcs tangents (¹), qui correspondent à une orientation dans le plan horizontal des aiguilles glacées, me paraît susceptible de donner des indications précises sur la direction de ces courants supérieurs et de fixer certaines conditions qui déterminent la marche des bourrasques. Mais il faudra, pour arriver à des règles précises, multiplier les observations et les comparer aux autres données caractérisant les mouvements de l'atmosphère aux mêmes instants. »

THERMOCHIMIE. — *Recherches thermiques sur les états allotropiques de l'arsenic;* par MM. **Berthelot** et **Engel**.

« Nous avons entrepris de comparer, au point de vue thermochimique, l'arsenic amorphe avec l'arsenic cristallisé. L'arsenic amorphe a été préparé en réduisant l'acide arsénieux par l'acide hypophosphoreux; on l'a lavé convenablement, puis desséché dans le vide, à froid. L'arsenic métallique a été réduit en poudre fine et lavé de même, pour le débarrasser d'acide arsénieux. Les deux variétés d'arsenic ont été traitées comparativement par le brome, en présence de l'eau, dans le calorimètre. Nous n'avons pas réussi par ce procédé à les dissoudre complètement, même avec un excès de brome, dans un espace de temps suffisamment court; ce qui nous a obligés à opérer en sens inverse, c'est-à-dire à faire absorber un poids donné de brome par un excès notable d'arsenic métallique, jusqu'à décoloration totale, opération qui a exigé de 5 à 7 minutes, dans nos essais. La réaction est la suivante :



$$As + Br^5 \text{ liquide} + 5HO + \text{eau} = AsO^5 \text{ étendu} + 5HBr \text{ étendu}.$$

Elle a dégagé, vers 7°, pour $As = 75^{gr}$:

Arsenic cristallisé	$+83^{Cal},0$
Arsenic amorphe	$+84^{Cal},1$

» Ces nombres ne s'écartent guère du chiffre $+83^{Cal},7$ obtenu par M. Thomsen, à 18°, avec l'arsenic cristallisé. Ils montrent que les deux

(¹) Le 30 janvier, à 9^h du matin, j'ai observé à Courtenay (Loiret) un très bel arc tangent au halo de 22° : les bourrasques du nord de l'Europe, qui avaient cessé depuis quelques jours, ont repris avec intensité le surlendemain : ces coïncidences méritent attention.

variétés d'arsenic dégagent des quantités de chaleur presque identiques, en formant une même combinaison. L'écart observé est trop faible même pour être garanti avec certitude, en raison de la présence, difficile à éviter, de petites quantités d'acide arsénieux.

» Ces relations sont du même ordre de grandeur que celles qui existent entre les graphites (1) et le diamant (chaleurs de combustion respectives : 94,8 et 94,3) et entre le soufre cristallisé et le soufre amorphe (2), dont la transformation réciproque donne lieu à un phénomène thermique nul vers 18°. »

CHIMIE AGRICOLE. — *Sur l'absorption de l'ammoniaque de l'atmosphère par la terre végétale;* par M. **H. Schlœsing**. Deuxième Note (3).

« Deuxième groupe. — *h*, terre de Boulogne 641gr; cette terre contient 37 pour 100 de carbonate de chaux;

» *i*, terre de Neauple 548gr non calcaire;

» *j*, sous-sol de la terre de Neauphle 487gr.

» Durée de l'exposition à l'air, 115 jours, du 4 mai 1888 au 27 août.

» L'humidité des trois terres a été entretenue par des arrosages journaliers.

» Dans 100gr de terre sèche :

	Azote ammoniacal.			Azote nitrique.			Azote total.		
	Avant.	Après.	Différence.	Avant.	Après.	Différence.	Avant.	Après.	Différence.
	mgr	mgr	mgr	mgr	mgr	mgr	mgr	mgr	mgr
h......	0,69	1,24	+0,55	0,93	12,29	+11,36	204,5	214,9	+10,4
i......	0,54	1,64	+1,10	0,75	11,26	+10,51	108,2	117,3	+ 9,1
j......	0,40	1,81	+1,41	0,10	6,19	+ 6,09	54,9	63,8	+ 8,9

		Gain total de chaque terre.			
	Gain pour 100gr de terre sèche.	Poids de terre.	Surface de la terre.	Gain.	Gain rapporté à l'hectare et à un an.
	mgr	gr	dmq	mgr	kg
h..........	10,4 en 115 jours	641	2,35	66,7	90,1
i..........	9,1 »	548	2,10	49,9	75,4
j..........	8,9 »	487	2,07	43,3	66,4

(1) Berthelot et Petit, *Annales de Chimie et de Physique*, 6e série, t. XVIII, p. 106.

(2) Berthelot, même Recueil, 4e série, t. XXVI, p. 468. — Vers 112°, le soufre insoluble se change au contraire en soufre ordinaire, avec dégagement de chaleur (p. 464).

(3) La présente Note est la suite de celle qui a été insérée aux *Comptes rendus* de la dernière séance de l'Académie.

» Du 3 mai au 25 juillet, l'eau acidulée a absorbé $63^{mgr},7$ d'ammoniaque, soit $0^{mgr},374$ pour 1^{dmq}, et en un jour; d'où

$$\text{correction } \frac{0,20}{0,374} = 0,534.$$

» Les gains, rapportés à l'hectare et à l'année, se réduisent aux chiffres suivants, après multiplication par 0,534,

	kg
h	47,1
i	39,2
j	34,4

» On voit que la terre contenant 37 pour 100 de carbonate de chaux a absorbé plus d'ammoniaque que les deux autres, qui sont privées de calcaire.

» Troisième groupe. — Les terres employées dans les expériences de ce groupe sont exclusivement calcaires (¹) :

		Calcaire pour 100.
k.	Terre de Barbery (Calvados), en jachère après blé	2,8
	Sous-sol de cette terre, pris à la profondeur de 50^{cm} à 55^{cm}	2,1
l.	Terre d'un champ de la plaine de Caen, portant du trèfle depuis deux ans	7,35
	Sous-sol de cette terre pris à la profondeur de 30^{cm} à 35^{cm}	6,66
m.	Autre terre de la plaine de Caen, portant blé d'hiver	4,4
	Sous-sol de cette terre, pris à la profondeur de 30^{cm} à 35^{cm}	4,8
n.	Autre terre de la plaine de Caen, près l'abbaye d'Andennes, portant colza	11,15
	Sous-sol de cette terre, pris à la profondeur de 40^{cm} à 45^{cm}	10,25

» Le calcaire a été dosé dans ces terres par le procédé de M. de Mondésir, fondé sur la mesure de la tension de l'acide carbonique mis en liberté par un acide.

» Prélevées les 10 et 11 juin 1889, les terres m'ont été remises le 12.

» Je les ai aussitôt passées au crible (mailles de 2^{mm}), pour éliminer les graviers et débris organiques. J'ai dosé, sans tarder, dans chacune d'elles, l'ammoniaque et l'acide nitrique; en même temps, j'en ai desséché

(¹) Je m'abstiens de rapporter les résultats de leur analyse physique; je dirai seulement que la proportion d'argile y varie entre 11 et 20 pour 100; le sable fin y domine. Ce sont des terres meubles, de bonne qualité.

dans le vide des quantités suffisantes pour les dosages ultérieurs de l'azote total.

» Commencées le 17 juin, les huit expériences ont pris fin du 27 novembre au 5 décembre.

» L'humidité a été constamment entretenue par des arrosages journaliers.

» La moyenne des quantités d'ammoniaque absorbées en un jour par une surface d'eau acidulée de 1^{dmq} a été, au cours de ces expériences, de $0^{mgr},314$, ce qui donne, pour la correction relative à l'agitation de l'air, la fraction $\frac{0,20}{0,314} = 0,637$.

» Dans 100^{gr} de terre sèche :

		Azote ammoniacal.			Azote nitrique.			Azote total.		
		Avant.	Après.	Différence.	Avant.	Après.	Différence.	Avant.	Après.	Différence.
		mgr	mgr	mgr	mgr	mgr	mgr	mgr	mgr	mgr
k.	Sol.....	0,21	0,78	+0,57	1,03	11,47	+10,44	141,9	151,6	+ 9,7
	Sous-sol.	0,20	0,48	+0,28	1,17	9,49	+ 8,32	75,2	84,7	+ 9,5
l.	Sol.....	0,13	0,41	+0,28	1,17	10,84	+ 9,67	274,4	285,9	+11,5
	Sous-sol.	0,11	0,43	+0,32	1,05	8,96	+ 7,91	173,9	185,3	+11,4
m.	Sol.....	0,16	0,58	+0,42	1,28	13,06	+11,78	194,8	206,9	+12,1
	Sous-sol.	0,09	0,40	+0,31	0,75	8,88	+ 8,13	118,8	126,3	+ 7,5
n.	Sol.....	0,27	0,45	+0,18	4,09	16,38	+12,29	202,3	212,8	+10,5
	Sous-sol.	0,12	0,25	+0,13	0,52	8,48	+ 7,96	71,3	79,6	+ 8,3

	Gain pour 100^{gr} de terre sèche.			Gain total de chaque terre.			Gain rapporté à l'hectare et à l'année	
				Poids de la terre.	Surface de la terre.	Gain.	dans le canal.	à l'air libre (corrigé).
		mgr		gr	dmq	mgr	kg	kg
k.	Sol.....	9,7	en 170 jours.	611	1,97	59,3	64,6	41,1
	S.-sol...	9.5	170	527	1,99	50,1	53,9	34,3
l.	Sol.....	11,5	171	527	1,92	60,6	67,4	42,9
	S.-sol...	11,4	171	560	2,16	63,8	63,0	40,1
m.	Sol.....	12,1	163	544	2,02	65,8	73,0	46,5
	S.-sol...	7,5	164	586	2,02	44,0	48,3	30,8
n.	Sol.....	10,5	165	540	1,96	56,7	63,9	40,7
	S.-sol...	8,3	165	571	2,01	47,4	52,2	33,2

» La faculté d'absorber l'ammoniaque atmosphérique semble ne pas différer beaucoup dans ces sols, du moins quand ils sont humides, et l'on

ne découvre pas de relation entre elle et le taux d'azote total, facteur si important de la fertilité. Ainsi les sols *l* et *k*, qui contiennent des quantités très différentes d'azote total, 2,74 et 1,42 pour 1000, ont absorbé des quantités d'ammoniaque à peu près égales, $42^{kg},9$ et $41^{kg},1$.

» QUATRIÈME GROUPE. — Les expériences du quatrième groupe ont été faites en même temps que celles du troisième et avec les mêmes terres. En les instituant, je me suis proposé de prouver que des terres calcaires peuvent absorber l'ammoniaque atmosphérique, alors même qu'elles ne reçoivent jamais d'eau et paraissent desséchées. Elles ne le sont pas tout à fait, en réalité; il leur reste toujours une petite proportion d'eau variant de $\frac{1}{2}$ à 4 pour 100, selon l'état hygrométrique de l'air.

» Le canal ne pouvant contenir sur une même ligne tous les vases des deux groupes, je l'ai coupé à mi-hauteur par une étagère, ce qui m'a permis de disposer les vases en deux rangées. Les terres sèches étaient placées à l'avant des terres humides.

» Dans les expériences des trois premiers groupes, je n'ai pas renouvelé les surfaces de mes terres par un simulacre de binage. Les labours et autres façons données à une terre nue ne peuvent que faciliter la fixation de l'ammoniaque, en exposant à l'air des parties du sol précédemment enfouies et possédant toute leur puissance d'absorption. Je n'ai pas voulu favoriser de la sorte cette fixation, pensant que mes résultats n'en seraient que plus démonstratifs. Mais, dans les expériences du quatrième groupe, je n'ai pas craint de remuer fréquemment mes terres, pour activer la fixation de l'ammoniaque. Il ne s'agissait plus, en effet, de mesurer l'alcali absorbé en un temps déterminé par une surface donnée, mais seulement d'établir que la terre sèche est capable d'en prélever sur l'atmosphère une très notable quantité.

» Une terre qui a été tamisée, puis séchée à l'air, demeure à l'état de particules dénuées d'adhérence; il m'était donc bien facile de renouveler les surfaces de mes terres, sinplement en les versant sur une feuille de papier et les reversant de là dans leurs vases. Cette manipulation avait lieu une fois par semaine.

» Les expériences ont duré du 12 juin 1889 aux 17-24 janvier 1890.

» J'ai suivi les progrès de l'absorption, en composant à diverses reprises, avec des quantités égales de chaque terre, un échantillon moyen dans lequel j'ai dosé l'ammoniaque. J'ai obtenu les chiffres suivants :

Dates.	AzH^3 dans 100gr de terre sèche.
	mgr
12 juin	0,16
27 juillet	2,2
21 août	3,58
18 septembre	5,90
18 novembre	8,10
27 décembre	9,30

» Je ne sais si j'étais arrivé, le 27 décembre, à la limite de l'absorption; cependant, trouvant celle-ci suffisante, j'ai mis fin aux expériences peu de temps après.

» Dans 100gr de terre sèche :

		Azote ammoniacal.			Azote nitrique.			Azote total.		
		Avant.	Après.	Différence.	Avant.	Après.	Différence.	Avant.	Après.	Différence.
		mgr	mgr	mgr	mgr	mgr	mgr	mgr	mgr	mgr
k.	Sol	0,21	11,07	+10,86	1,03	1,05	+0,02	141,9	153,8	+11,9
	Sous-sol.	0,20	9,46	+ 9,26	1,17	0,96	—0,21	75,2	85,1	+ 9,9
l.	Sol	0,13	9,67	+ 9,54	1,17	1,33	+0,16	274,4	288,8	+14,4
	Sous-sol.	0,11	8,61	+ 8,50	1,05	1,36	+0,31	173,9	191,3	+17,4
m.	Sol	0,16	8,18	+ 8,02	1,28	1,89	+0,61	194,8	209,6	+14,8
	Sous-sol.	0,09	8,69	+ 8,60	0,75	0,94	+0,19	118,8	135,5	+16,7
n.	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
	Sous-sol.	0,12	7,19	+ 7,07	0,52	0,67	+0,15	71,3	79,6	+ 8,3
		Gain moyen..		+ 8,83				Gain moyen..		+13,30

» Il ressort de ce Tableau que des terres calcaires, séchées au contact de l'atmosphère, ont pu absorber jusqu'à 108mgr d'azote ammoniacal par kilogramme, soit 130mgr d'ammoniaque.

» Pas plus que lorsqu'elles étaient humides, ces terres n'ont présenté de différences bien notables sous le rapport de leur pouvoir d'absorption.

» La nitrification y a été presque nulle, ce qui pouvait être prévu.

» La quantité d'azote contenue finalement dans chaque terre à l'état d'ammoniaque ne représente pas tout le gain mis en évidence par les dosages d'azote total, et son infériorité ne peut être attribuée à des erreurs provenant de l'imperfection des procédés analytiques. Il est probable qu'une partie de l'ammoniaque absorbée a formé, avec certaines matières organiques, des composés assez stables pour ne pas régénérer l'ammoniaque, en présence de l'acide très dilué que j'emploie quand je veux ex-

traire et doser l'ammoniaque d'une terre. A l'appui de cette hypothèse, je pourrais citer beaucoup d'exemples bien connus des chimistes : je rappellerai seulement celui que présente la fabrication du fumier, où l'on voit l'azote de l'ammoniaque se fixer précisément sur des matières organiques qui se retrouvent ensuite dans les sols.

» *Résumé.* — Des expériences consignées dans cette Note et la précédente, il résulte que la terre végétale nue, calcaire, acide ou neutre, sèche ou humide, absorbe l'ammoniaque atmosphérique. Les quantités d'azote qu'elle gagne ainsi sont trop importantes pour qu'il soit permis de les négliger.

» L'ammoniaque étant absorbée en vertu de la différence de ses tensions dans l'air et dans la terre, son absorption atteint sa plus grande activité lorsque sa tension dans la terre est nulle. Cette condition se trouve réalisée lorsque la terre est humide et que la nitrification y fait disparaître l'ammoniaque à mesure qu'elle est absorbée. Quand la terre est sèche, la nitrification y est suspendue; la majeure partie de l'ammoniaque absorbée s'y conserve, et y détermine un accroissement continu de la tension ammoniacale; l'absorption va donc en diminuant constamment.

» Ainsi l'humidité de la terre favorise la fixation d'ammoniaque, et la sécheresse la retarde.

» L'absorption dépend essentiellement du renouvellement de l'air à la surface de la terre; il n'est donc pas indifférent, en ce qui la concerne, que la surface d'un champ soit propre et vraiment nue, ou occupée par des résidus de récoltes ou par une végétation spontanée. »

ANATOMIE GÉNÉRALE. — *Des éléments musculaires et des éléments élastiques de la membrane rétrolinguale de la Grenouille;* par M. **L. Ranvier.**

« La membrane mince qui, chez la Grenouille verte et la Grenouille rousse (*R. esculenta* et *temporaria*), recouvre le sac lymphatique rétrolingual, contient des éléments musculaires et des éléments élastiques dont la structure et les rapports méritent de fixer l'attention des anatomistes et des physiologistes.

» Les éléments musculaires de cette membrane sont des faisceaux striés, aplatis, rubanés et unis les uns aux autres par des branches anastomotiques. Ils forment ainsi un plexus comparable à celui que l'on observe

dans la paroi musculaire des cœurs lymphatiques et dont le rôle paraît également relatif à la circulation de la lymphe.

» Chez les Vertébrés, si l'on excepte la musculature du cœur sanguin qui, comme on le sait, a une structure toute spéciale, je n'ai observé jusqu'à présent des faisceaux striés et anastomosés que dans les cœurs lymphatiques et dans la membrane rétrolinguale.

» Pour reconnaître les anastomoses des faisceaux musculaires striés de la rétrolinguale, il n'est pas nécessaire d'avoir recours à des méthodes spéciales. Toutes celles que l'on emploie d'habitude pour étudier la structure des membranes minces sont applicables à cette recherche, par exemple, l'extension de la membrane vivante dans un liquide physiologique, la fixation des tissus par l'alcool, le liquide de Müller, le bichromate de potasse ou d'ammoniaque, suivie de la coloration par le carmin, l'hématoxyline, l'éosine, etc.

» Dans les mêmes préparations, on reconnaîtra sans peine que les faisceaux musculaires se terminent, de chaque côté de la ligne médiane, par des extrémités ramifiées et arborisées. On sait depuis longtemps que les faisceaux musculaires striés de la langue de la Grenouille ont des terminaisons analogues (voyez Kölliker, *Histologie*, 2e édition française, p. 451), c'est-à-dire qu'elles affectent la forme d'une arborisation. Mais comment se fixent aux parties qu'elles doivent mettre en mouvement les branches de cette arborisation? C'est ce qui, je crois, n'a pas été reconnu et ne peut guère être observé d'une manière précise que dans la membrane rétrolinguale et grâce à la méthode spéciale que j'ai employée et que je vais décrire maintenant, en entrant dans tous les détails nécessaires à ceux qui voudront répéter mes observations.

» La membrane, prise chez une Grenouille que l'on vient de sacrifier par la destruction de la moelle épinière ou la décapitation, est placée pendant vingt-quatre ou quarante-huit heures dans l'alcool au tiers, puis portée dans l'eau et traitée au pinceau de manière à la débarrasser de son épithélium et de son endothélium, enfin mise dans une solution étendue de violet de méthyle 5 B, où on la laisse pendant vingt-quatre heures. Elle est alors lavée de nouveau, tendue sur une lame de verre et montée en préparation dans la glycérine. Les fibres élastiques qui entrent dans la charpente de la membrane sont colorées en bleu intense. Elles y forment un réseau élégant et à mailles relativement étroites. Les faisceaux musculaires striés sont également colorés en bleu, les branches de leurs arborisations terminales présentent la même coloration, et elles semblent se

perdre sous forme de fibres élastiques dans le réseau général. Les fibres élastiques qui se dégagent de chaque extrémité musculaire sont plus ou moins grosses. La plupart ont un diamètre supérieur à celui des fibres du réseau général. Leur ensemble figure un pinceau irrégulier, une sorte de broussaille.

» Il part des fibres élastiques non seulement de chaque extrémité des faisceaux striés, mais encore de divers points de leur surface. Les fibres qui naissent ainsi se perdent dans le réseau élastique de la membrane ou bien elles se rendent directement à un faisceau musculaire voisin, auquel elles s'attachent. Il y a donc dans la membrane rétrolinguale une charpente élastique et contractile dont toutes les pièces sont solidaires. Si une ou plusieurs fibres musculaires se contractent, elles agissent sur le réseau élastique tout entier et par conséquent déterminent le retrait de la membrane et, par suite, l'expression du liquide contenu dans le sac lymphatique. Or la contraction des éléments musculaires de la membrane rétrolinguale se produit nécessairement à chaque mouvement de déglutition de l'air qui, chez la Grenouille, correspond à l'inspiration des Vertébrés supérieurs. Chacun de ces mouvements a donc, pour le sac rétrolingual, la signification d'une systole.

» Comment les fibres élastiques sont-elles attachées aux faisceaux musculaires? C'est là un problème difficile qui me préoccupait depuis plusieurs années et que je suis arrivé à résoudre, grâce à la méthode indiquée plus haut, reposant sur l'emploi successif de l'alcool au tiers et du violet 5B, et en profitant de certains accidents de préparation sur lesquels je dois donner quelques renseignements.

» Lorsque l'on tend un peu fortement la membrane rétrolinguale d'une Grenouille dont l'irritabilité musculaire est conservée, il se produit de nombreuses fractures des faisceaux striés. Ces fractures portent sur la substance musculaire seulement. Le sarcolemme est ménagé et apparaît comme une gaine membraneuse dans l'intérieur de laquelle sont logés de distance en distance des fragments de la substance contractile, revenue fortement sur elle-même et dans laquelle la striation est à peine visible. Rien n'est plus irrégulier, du reste, que ces accidents. Dans une même préparation, certains faisceaux sont intacts, tandis que d'autres, qui sont à côté, présentent de très nombreuses fractures. Il va sans dire que l'on observe tous les intermédiaires. Il arrive quelquefois qu'un faisceau musculaire s'est détaché de son insertion tendineuse en glissant dans le sarcolemme. Celui-ci reste alors seul en rapport avec le pinceau élastique dont

il a été question un peu plus haut. C'est là une condition favorable pour observer les rapports du sarcolemme et des fibres élastiques, surtout dans les préparations à l'alcool au tiers et au violet 5 B.

» Le sarcolemme n'est pas coloré ou n'est coloré que faiblement par le violet de méthyle, tandis que les fibres élastiques peuvent être colorées par ce réactif en bleu intense. On constate alors, sans aucune difficulté, que ces fibres, aussi bien à l'extrémité des faisceaux musculaires que sur divers points de leur surface, s'attachent au sarcolemme et se soudent intimement avec lui en s'y terminant brusquement. Souvent aussi, avant d'atteindre le sarcolemme, une fibre élastique se divise et se subdivise de manière à s'y fixer par plusieurs points d'attache. L'union des fibres élastiques et de la gaine membraneuse des faisceaux musculaires est très solide. Les actions mécaniques ne réussissent guère à la rompre; elles détermineraient plutôt des fractures des fibres élastiques dans leur continuité. La potasse caustique à 40 pour 100 met en liberté les faisceaux musculaires et les fibres élastiques, en déterminant la dissolution du sarcolemme.

» Il est un autre problème histologique que l'on peut résoudre en prenant la membrane rétrolinguale comme objet d'étude, et dont je veux encore parler aujourd'hui. On sait qu'un faisceau musculaire strié est formé de fibrilles, et que chacune de ces fibrilles présente une structure d'une admirable régularité : on y voit se succéder, comme les grains d'un chapelet, les disques épais et les disques minces, séparés par des espaces clairs, de telle sorte qu'à un disque épais succèdent un espace clair, un disque mince, un nouvel espace clair, un disque épais, et ainsi de suite. Comment se fait la terminaison naturelle d'une fibrille musculaire ? Est-ce par un disque épais, un disque mince ou un espace clair ?

» Les branches de l'arborisation terminales des faisceaux striés compris dans la membrane rétrolinguale sont parfois tellement grêles qu'on peut les considérer comme formées d'une seule fibrille.

» J'en ai fait des préparations par des procédés variés. Celles de ces préparations où je peux le mieux observer la terminaison des branches de l'arborisation musculaire ont été obtenues par le procédé suivant :

» La Grenouille est curarisée. On injecte dans les sacs lymphatiques, de manière à les distendre tous, le sac rétrolingual y compris, du bichromate de potasse ou d'ammoniaque à 2 pour 100. L'animal est ensuite placé tout entier dans la solution de bichromate. Huit ou dix jours après, on détache la membrane rétrolinguale; on la place dans l'eau et on l'y

laisse jusqu'à ce qu'elle soit décolorée; on enlève l'épithélium avec le pinceau; on colore successivement par l'hématoxyline nouvelle et l'éosine à l'alcool; on tend la membrane sur une lame de verre et on la monte en préparation dans la résine dammare, après l'avoir déshydratée par l'alcool absolu et éclaircie par l'essence de girofle.

» Les disques épais, dans ces préparations, sont colorés en rose vif; les disques minces présentent une coloration rose jaunâtre très légère; les espaces clairs sont absolument incolores. Les noyaux musculaires sont colorés en bleu par l'hématoxyline. Il ne faut pas s'attendre à trouver parfaitement nets les détails de la striation dans tous les faisceaux musculaires; mais, dans certains, ils s'y montrent d'une manière admirable, et cela suffit.

» Pour faire l'observation, j'ai dû employer un bon objectif à immersion homogène de Zeiss, les oculaires compensateurs de ce constructeur, et un bon éclairage d'Abbe.

» J'ai pu ainsi reconnaître, dans quelques-unes des branches les plus fines de l'arborisation musculaire terminale, la succession des disques épais, des disques minces et des espaces clairs, jusqu'au petit tendon élastique d'insertion. Après un dernier disque mince et un dernier espace clair, se trouve une masse colorée en rose ayant une forme hémisphérique, la surface plane de l'hémisphère regardant le dernier disque mince. Ce corps hémisphérique m'a semblé correspondre à un disque épais. Je pense donc que les fibrilles musculaires se terminent par des disques épais. »

M. l'amiral **Paris** présente à l'Académie le quatrième Cahier de ses « Souvenirs de marine ».

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Correspondant, pour la Section de Physique, en remplacement de feu M. *Kirchhoff*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 45,

Lord Rayleigh obtient.	42 suffrages
M. Louis Soret »	2 »

Il y a un bulletin blanc.

Lord **Rayleigh**, ayant obtenu la majorité des suffrages, est proclamé élu.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination de Commissions de prix, chargées de juger les Concours de l'année 1890.

Le dépouillement du scrutin donne les résultats suivants :

Grand prix des Sciences mathématiques (*Perfectionner en un point important la théorie des équations différentielles du premier ordre et du premier degré*). — MM. Hermite, Jordan, Picard, Poincaré, Darboux réunissent la majorité des suffrages. Les membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Bertrand et Ossian Bonnet.

Prix Bordin (*Étudier les surfaces dont l'élément peut être ramené à la forme* $ds^2 = [f(u) - \varphi(v)](du^2 + dv^2)$. — MM. Hermite, Darboux, Poincaré, Jordan, Picard réunissent la majorité des suffrages. Les membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Bertrand et Ossian Bonnet.

Prix Francœur. — MM. Hermite, Bertrand, Darboux, Poincaré, Picard réunissent la majorité des suffrages. Les membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Sarrau et Jordan.

Prix Poncelet. — MM. Darboux, Hermite, Bertrand, Poincaré, Jordan réunissent la majorité des suffrages. Les membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Maurice Lévy et Picard.

Prix extraordinaire de six mille francs. — MM. Jurien de la Gravière, Bouquet de la Grye, Pâris, de Bussy, de Jonquières réunissent la majorité des suffrages. Les membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Mouchez et Grandidier.

MÉMOIRES LUS.

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Sur les microbes de l'ostéomyélite aiguë, dite* infectieuse. Note de MM. **Lannelongue** et **Achard**.

« La moelle osseuse, comme la plupart des tissus, peut être le siège d'altérations qui s'y localisent dans le cours de diverses infections. Il existe donc, en réalité, plusieurs espèces d'ostéomyélites infectieuses. C'est ainsi qu'on a signalé une ostéomyélite lépreuse [1]; on pourrait de même

---

[1] J. Sawtschenko, *Centralblatt für Bakteriologie*, Bd V, p. 604; 1889.

décrire toute la tuberculose osseuse sous le nom d'ostéomyélite tuberculeuse, et certaines altérations des os dans la syphilis, telles que les gommes, pourraient être considérées comme le résultat d'une ostéomyélite syphilitique.

» Toutefois, sous le nom d'*ostéomyélite infectieuse*, on décrit généralement une affection à développement essentiellement aigu et accompagnée du processus de la suppuration franche. Cette ostéomyélite, que nous avons ici exclusivement en vue, a déjà fait l'objet de nombreuses recherches bactériologiques. Sans revenir sur ces travaux, nous rappellerons seulement que, dès l'année 1880, frappé du caractère éminemment infectieux de cette maladie, l'un de nous, à qui l'on doit une description étendue de l'ostéomyélite aiguë de l'enfance et de l'adolescence et la première description de l'ostéomyélite prolongée, pria M. Pasteur d'étudier le pus des foyers osseux; M. Pasteur y reconnut la présence d'un microbe semblable à celui qu'il venait de découvrir dans le furoncle (1). C'est à ce microbe, étudié depuis par plusieurs expérimentateurs, connu sous le nom de *Staphylocoque oranger* (*Staphylococcus pyogenis aureus*), que l'on a attribué d'une façon à peu près exclusive la maladie qui nous occupe.

» Cependant quelques faits isolés de périostites mastoïdiennes avec pneumocoques, publiés par MM. Verneuil et Netter en 1889, et d'ostéomyélites au cours de la pneumonie ou à la suite de la fièvre typhoïde, de Leyden et Frænkel, de Weichselbaum, de Monti et Belfante, d'Ebermaier, ont fait voir que les microbes de ces affections ne sont pas sans action fâcheuse sur la moelle osseuse. Mais ces faits, exceptionnels d'ailleurs, n'ont trait qu'indirectement à nos recherches.

» Cette Note serait sans objet si elle n'avait d'autre but que de confirmer le pouvoir pathogène du staphylocoque; elle vient démontrer que l'ostéomyélite commune, dite *infectieuse*, a pour principe des microbes très divers, doués d'une virulence propre, mais variable, s'associant quelquefois pour la produire.

» Ayant eu l'occasion d'observer et de suivre expérimentalement, depuis dix-huit mois, treize cas d'ostéomyélite aiguë infectieuse, nous avons été frappés par ce fait, que le microbe orangé n'a été trouvé que six fois dans les foyers dont le pus a été cultivé sur divers milieux nutritifs, c'est-à-dire dans moins de la moitié des cas : or cinq fois ce microbe était unique, et une fois nous l'avons trouvé associé au staphylocoque blanc.

---

(1) L. Pasteur, *Bulletin de l'Académie de Médecine*, p. 439; 4 mai 1880.

» Jusqu'ici ce dernier microbe, le *Staphylocoque albus*, a été considéré comme fort peu ou point pathogène, c'est-à-dire comme fort peu malfaisant pour l'espèce humaine; cependant nous avons recueilli trois observations d'ostéomyélite aiguë, dans lesquelles la moelle osseuse ou les foyers purulents ne nous ont révélé que ce microbe, à l'exclusion de tout autre, et il convient de dire que l'analyse de ces faits pourrait servir de type à la description anatomique et clinique de l'ostéomyélite des os longs, avec symptômes locaux graves et symptômes d'infection généralisée en même temps. Nous avons pu d'ailleurs reconnaître sur les animaux la virulence de cet agent; un lapin adulte est mort en soixante heures, avec une injection de 1^{cc} d'un bouillon de culture de staphylocoque blanc; il présentait, à l'autopsie, de nombreux foyers d'infection, dont les cultures ne renfermaient pas d'autre agent.

» A côté des microbes précédents, vient prendre place le striptocoque pyogène, comme nouveau générateur de l'ostéomyélite. Deux fois nous l'avons trouvé seul, et dans les deux cas la maladie était mortelle. C'étaient deux sujets nouveau-nés, fils de mères ayant présenté des signes d'un état puerpéral compliqué. Les complications puerpérales étant presque toujours imputables au striptocoque, il est vraisemblable que le milieu infecté par la mère a transmis aux nouveau-nés les accidents dont ils sont morts. Ces deux faits nous ont permis de constater expérimentalement l'identité du striptocoque et du microbe de l'érysipèle; car, avec le pus d'un abcès osseux, nous avons engendré chez le lapin un érysipèle des plus probants.

Enfin, nous avons rencontré un micro-organisme particulier chez nos deux derniers malades. Les caractères morphologiques en sont assez semblables à ceux du striptocoque précédent; mais il s'en distingue par les grandes difficultés que nous a offertes sa culture. Nous ne sommes parvenus à le cultiver par ensemencements successifs que sur la gélose additionnée de 8 pour 100 de glycérine, et encore a-t-il perdu promptement la faculté de se reproduire dans ce milieu. Est-ce un microbe spécial, ou ne s'agit-il que d'une forme atténuée du striptocoque vulgaire, ayant perdu la propriété de sa reproduction? L'impossibilité de le conserver, malgré des cultures nombreuses et très variées, ne nous a pas permis d'en poursuivre plus avant l'étude et de résoudre cette question : nous devons attendre de nouveaux faits cliniques. Toutefois, l'analyse des observations nous autorise à dire qu'il crée une forme d'apparence grave et pourtant remarquable par la prompte réparation des désordres.

» En résumé, cette Note, qui n'est qu'une esquisse de nos recherches, établit la pluralité des espèces microbiennes capables d'engendrer le processus morbide de l'ostéomyélite aiguë infectieuse. Elle indique également qu'à chacune de ces espèces microbiennes correspond une forme clinique propre, que l'on peut distinguer avec le concours des circonstances pathogéniques, et il ressort très nettement des faits cliniques que les ostéomyélites créées par le striptocoque présentent une physionomie tout à fait à part : celles qu'engendrent les staphylocoques correspondent aux descriptions classiques; celles du striptocoque s'en éloignent sur bien des points.

» Enfin nous croyons devoir mettre en relief le pouvoir pathogène du staphylocoque blanc. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

CALCUL DES PROBABILITÉS. — *Étude sur les erreurs d'observation.* Mémoire de M. **J.-E. Estienne.** (Extrait.)

(Commissaires : MM. Bertrand, Darboux, C. Jordan.)

« Ce Mémoire a pour objet de prouver que la meilleure valeur à adopter, comme mesure d'une quantité dont l'expérience a fourni des valeurs entachées d'erreurs accidentelles, est *dans tous les cas* la valeur médiane, fournie par la règle suivante :

» On range par ordre de grandeur les valeurs obtenues; quand leur nombre est impair, celle du milieu est la valeur médiane; quand leur nombre est pair, on a pour valeur médiane les deux du milieu et toute valeur intermédiaire. »

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, les deux premiers Fascicules d'un nouveau Recueil « Travaux et Mémoires des Facultés de Lille ». (Présenté par M. Darboux.)

Ces deux Fascicules contiennent, le premier, un Mémoire de M. *P. Painlevé* « Sur la transformation des fonctions $V(x, y, z)$ »; le second, un Mémoire de M. *P. Duhem*, intitulé : « Des corps diamagnétiques ».

Cette publication a pu être entreprise grâce aux ressources que la ville

de Lille a mises pendant vingt ans à la disposition du Conseil général des Facultés; elle mérite toute la bienveillance de l'Académie, comme une manifestation nouvelle de l'activité et de la vie scientifique qui se développent de plus en plus dans les différents centres universitaires.

ASTRONOMIE. — *Tache solaire de très haute latitude.* Note de M. G. **Dierckx**, présentée par M. C. Wolf.

« Avec une lunette de 43^{mm}, j'ai pu constater, le 4 mars, après une absence prolongée de taches solaires, une tache qui se présente dans des conditions remarquables. La première venue après un minimum persistant, elle s'est égarée à la latitude nord de 65° environ. On sait que ces accidents ne se présentent pas ordinairement, sur la surface du Soleil, audessus du parallèle de 45°.

» Cette apparition d'une tache nucléaire à une latitude élevée, immédiatement après le minimum de 1889, où toutes les taches s'étaient rassemblées vers l'équateur, vient à l'appui de la loi si bien mise en évidence par M. Christie, dans le numéro de novembre des *Monthly Notices.* »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la formule de Stirling.* Note de M. E. **Rouché**.

« La relation bien connue

$$\log(n+1) - \log n = \frac{2}{2n+1}\left[1 + \frac{\theta}{12n(n+1)}\right],$$

où n désigne un nombre entier positif quelconque, et θ un nombre compris entre 0 et 1, peut s'écrire

$$\frac{\theta}{12n(n+1)} = -1 + (n+\tfrac{1}{2})[\log(n+1) - \log n].$$

Elle devient

$$\frac{\theta}{12n(n+1)} = \log\varphi(n) - \log\varphi(n+1),$$

quand on pose

$$(1) \qquad \varphi(n) = \frac{1.2.3\ldots n}{e^{-n}\, n^{n+\frac{1}{2}}}.$$

» On conclut de là

$$\log\varphi(n) > \log\varphi(n+1)$$

et

$$\log\varphi(n) - \frac{1}{12n} < \log\varphi(n+1) - \frac{1}{12(n+1)};$$

en d'autres termes, des deux fonctions

$$\varphi(n), \quad \varphi(n)e^{-\frac{1}{12n}},$$

la première est décroissante et la seconde croissante, lorsque l'entier n croît. Si donc on désigne par p un nombre entier positif quelconque, on a les inégalités

$$\varphi(n) > \varphi(n+p),$$

$$\varphi(n)e^{-\frac{1}{12n}} < \varphi(n+p)e^{-\frac{1}{12(n+p)}},$$

que l'on peut remplacer par l'égalité

$$(2) \qquad \frac{\varphi(n)}{\varphi(n+p)} = e^{\frac{\theta p}{12n(n+p)}},$$

dans laquelle θ désigne un nombre compris entre 0 et 1.

» Il est bien aisé de déduire de cette relation la formule célèbre de Stirling pour l'évaluation approchée du produit $1.2.3\ldots n$ lorsque n est un grand nombre.

» En effet, la relation (2), appliquée au cas où n est égal à p, montre immédiatement que le rapport

$$\frac{\varphi(p)}{\varphi(2p)}$$

a pour limite l'unité, lorsque p croît indéfiniment. On a donc, pour $p=\infty$,

$$\lim\varphi(p) = \lim\frac{\varphi(p)^2}{\varphi(2p)}$$

ou, d'après (1),

$$\lim\varphi(p) = \lim\sqrt{4\cdot\frac{2}{1}\cdot\frac{2}{3}\cdot\frac{4}{3}\cdot\frac{4}{5}\cdots\frac{2p-2}{2p-1}\cdot\frac{2p}{2p-1}},$$

et enfin, en vertu du théorème de Wallis,

$$\lim\varphi(p) = \sqrt{2\pi}.$$

» Dès lors, si dans la formule (2) on laisse n fixe en faisant croître p

indéfiniment, on obtient

$$\frac{\varphi(n)}{\sqrt{2\pi}} = e^{\frac{\theta}{12n}},$$

c'est-à-dire, d'après la définition de $\varphi(n)$,

$$1.2.3\ldots n = \sqrt{2\pi n}\, n^n e^{-n} e^{\frac{\theta}{12n}}.$$

C'est la formule de Stirling, qui donne deux limites

$$\sqrt{2\pi n}\, n^n e^{-n}, \qquad \sqrt{2\pi n}\, n^n e^{-n}.e^{\frac{1}{12n}},$$

entre lesquelles est compris le produit $1.2.3\ldots n$. »

GÉOMÉTRIE. — *Sur les surfaces réglées qui passent par une courbe donnée.* Note de M. **Ch. Bioche**, présentée par M. Darboux.

« On a étudié les développables qui passent par une courbe donnée et dont les génératrices font avec la courbe un angle donné, ou plus généralement un angle dépendant des pieds des génératrices. On peut généraliser le problème en considérant des surfaces réglées qui tout le long de la courbe en question ont une courbure totale dépendant seulement du point correspondant de la courbe. On retrouve les développables dans le cas particulier où la courbure serait nulle.

» J'appelle

ω et π les courbures de la courbe donnée (C);

θ l'angle d'une droite avec la courbe (C);

φ l'angle que le plan tangent à la surface réglée correspondante fait avec le plan osculateur à la courbe (C);

G^2 la courbure totale de la surface.

On a entre ces quantités, considérées comme fonctions de l'arc s de la courbe, la relation

$$\frac{d\varphi}{ds} = \pi + \omega \cot\theta \sin\varphi - G,$$

de sorte que si ω, π, θ, G sont des fonctions données, φ est déterminé par une équation de Riccati en tang $\frac{\varphi}{2}$. Cette équation s'intègre immédiatement si θ est droit, ou si $G = \pi$. Sans entrer dans l'examen des cas particuliers, je ferai remarquer que *cette équation est identique à celle qu'on obtiendrait pour les développables correspondant à une courbe dont les courbures seraient* ω *et* $\pi - G$. Il est facile de généraliser, en partant de ce qui précède, diverses questions relatives aux développables.

» Lancret a donné divers résultats relatifs aux lieux des points centraux des développables dont les génératrices coupent une courbe vers un angle constant. Je ne connais pas de travaux plus récents à ce sujet. J'ai trouvé divers théorèmes, en étudiant la question générale relative aux surfaces réglées, je citerai seulement le suivant :

» *Si l'on considère les surfaces réglées engendrées par des droites qui font des angles constants avec la tangente, la normale et la binormale d'une courbe, les points centraux des génératrices qui passent par un même point de la courbe sont sur un cylindre de révolution.*

» Ce cylindre a pour génératrices diamétralement opposées la droite rectifiante et la perpendiculaire commune à deux normales principales infiniment voisines. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur les combinaisons du gaz hydrogène phosphoré et du gaz ammoniac avec le chlorure de bore et le sesquichlorure de silicium.* Note de M. A. **Besson**, présentée par M. Troost.

« J'ai précédemment décrit une combinaison du fluorure de bore avec l'hydrogène phosphoré gazeux, qui se produit en refroidissant énergiquement le mélange des deux gaz. Le chlorure de bore $BoCl^3$ se combine directement avec l'hydrogène phosphoré, à une température inférieure à $+ 20°$; la réaction se fait avec dégagement de chaleur sensible et donne un corps solide blanc, très altérable à l'air, instantanément décomposable par l'eau avec mise en liberté du gaz PhH^3. Ce corps est dissociable sous l'action de la chaleur : ce phénomène commence à se produire vers $+ 20°$ sous la pression ordinaire; par le refroidissement lent, le corps dissocié se dépose sous forme de cristaux volumineux incolores, très réfringents.

La composition de ce corps a été déterminée par la méthode synthétique, en mesurant le volume d'hydrogène phosphoré absorbé par un poids déterminé de chlorure.

Poids de chlorure.	Volume du gaz absorbé ramené à 0° et 760°.	Poids pour $BoCl^3 = 117,5$.
$0^{gr},3$	$57^{cc},43$	$34^{gr},64$
$0^{gr},991$	$169^{cc},5$	$30^{gr},95$

Moyenne pour $BoCl^3 = 117,5$........ 32,79 au lieu de $PhH^3 = 34$.

» Si l'on rapporte à 100 du composé, on a, pour le poids de gaz phosphoré,

Théorie.... 22,44 Expériences... { 22,86 / 20,42 } Moyenne.... 21,64

» La combinaison est donc représentée par $BoCl^3$, PhH^3. Le gaz ammoniac sec déplace à froid (+ 8°) l'hydrogène phosphoré de cette combinaison, 1 volume de PhH^3 étant remplacé par environ 4 volumes de gaz ammoniac; cette expérience donnerait pour composition de la combinaison ammoniacale du chlorure de bore $BoCl^3$, $4AzH^3$; or Berzélius, qui a signalé l'existence de cette combinaison, lui a attribué pour composition $2BoCl^3$, $3AzH^3$. Il était donc utile de reprendre cette détermination; c'est ce que j'ai fait par la même méthode que précédemment.

» Trois expériences ont donné pour $2BoCl^3 = 2 \times 117,5 = 235$ un poids de gaz ammoniac dont la moyenne est 152,32; or $9AzH^3 = 153$. Si l'on rapporte à 100 du composé, on trouve, pour le poids de gaz ammoniac,

Théorie..............................	39,43
Moyenne des expériences..............	39,25

» A la température de 8° à laquelle j'ai opéré, la combinaison a donc pour composition $2BoCl^3$, $9AzH^3$. Berzélius a opéré à une température plus élevée où le chlorure de bore est en vapeur; mais l'existence d'une combinaison moins ammoniée à cette température paraît peu plausible, car il faut chauffer ce corps à une température supérieure à 50° pour lui faire perdre du gaz. Ce corps est peu altérable à l'air, rapidement décomposable par l'eau en donnant une liqueur faiblement alcaline, ce qui se comprend, car l'ammoniaque est en faible excès après saturation des produits de la décomposition.

» Le sesquichlorure de silicium Si^2Cl^3 se combine directement avec le gaz ammoniac sec et donne un corps solide blanc qui n'abandonne de son gaz qu'à une température supérieure à 100°. La composition est déterminée comme précédemment.

Poids du chlorure.	Volume du gaz absorbé ramené à 0° et 760°.	Poids du gaz absorbé pour $Si^2Cl^3 = 134,5$.
0gr,624	530cc,8	88cc,09
0gr,451	350cc,1	81cc,85

Moyenne pour Si^2Cl^3 : 134,5
» AzH^3 : 84,97 or $5AzH^3 = 5 \times 17 = 85$

» Si l'on rapporte à 100 du composé, on a, pour le poids de gaz ammoniac,

Théorie.... 38,72 Expériences.... { 40,1 ; 37,2 } Moyenne.... 38,65

» La combinaison a donc pour composition $Si^2Cl^3, 5AzH^3$; elle est lentement décomposable par l'eau en donnant une liqueur faiblement alcaline.

» La réaction de l'hydrogène phosphoré sur le sesquichlorure de silicium est peu intéressante; même refroidi vers — 10°, il y a réduction assez vive avec formation de phosphure solide d'hydrogène. »

THERMOCHIMIE. — *Sur les combinaisons des métaux alcalins avec l'ammoniaque.* Note de M. J. Moutier.

« M. Joannis a montré (¹) que le sodium forme avec l'ammoniaque une combinaison solide, le sodammonium, soluble dans l'ammoniaque liquide : à la température de la glace fondante, le gaz ammoniac en équilibre au-dessus d'une solution saturée a une tension égale à la tension de dissociation du sodammonium à la même température.

» M. Backhuis Roozeboom a donné (²) de ce fait une explication, d'après laquelle l'égalité des deux tensions du gaz ammoniac serait un phénomène

(¹) *Comptes rendus*, t. CIX, p. 900.
(²) *Ibid.*, t. CX, p. 134.

particulier, qui se présenterait uniquement pour une température déterminée : cette conclusion n'est pas conforme aux observations. M. Joannis, en effet, a fait connaître récemment [1] des expériences dans lesquelles l'égalité des deux tensions du gaz ammoniac a lieu, non seulement à zéro, mais à — 10° et à + 30°, par conséquent dans une étendue notable de l'échelle thermométrique. La considération de l'énergie libre conduit à une interprétation des expériences de M. Joannis.

» Soit, à une température déterminée t, une solution saturée de sodammonium dans l'ammoniaque, en équilibre au contact d'une atmosphère de gaz ammoniac : ce gaz exerce une pression p; le système hétérogène occupe un certain volume.

» Supposons que l'on augmente le volume, à la même température, d'une quantité infiniment petite. Lorsque l'équilibre est établi, la solution ammoniacale reste saturée; une quantité infiniment petite de sodammonium s'est déposée à l'état solide; une quantité correspondante de gaz ammoniac s'est dégagée à la pression p. Cette transformation élémentaire est réversible; d'après la théorie de M. Gibbs, sous la pression p et à la température t, l'énergie libre de la solution saturée est égale à la somme des énergies libres du gaz ammoniac et du sodammonium.

» Si l'on désigne par m un coefficient qui dépend de la température, la solution saturée de sodammonium renferme m équivalents d'ammoniaque pour 1 équivalent de sodammonium $NaAzH^3$. Si l'on représente l'énergie libre de chaque corps par la formule chimique de ce corps, mise entre parenthèses, on a la relation

$$(NaAzH^3, mAzH^3) = (NaAzH^3) + m(AzH^3).$$

» La dissolution de sodammonium prend naissance à la température t, en mettant du sodium en présence d'un excès d'ammoniaque sous une pression supérieure à p; c'est en enlevant successivement du gaz ammoniac que la pression du gaz diminue et conserve la valeur constante p, tant que la solution est saturée. On peut comparer la formation de cette dissolution à la condensation d'une vapeur. Supposons qu'il s'agisse d'un liquide et de sa vapeur : à une température déterminée, sous une pression supérieure à la tension de la vapeur saturée, le seul changement d'état possible est la condensation de la vapeur. Dans ces conditions, l'énergie libre de la vapeur est supérieure à l'énergie libre du liquide; mais, lorsque la pression

(1) *Comptes rendus*, t. CX, p. 238.

s'abaisse à la pression de la vapeur saturée, l'énergie libre de la vapeur est alors égale à l'énergie libre du liquide.

» Si l'on assimile la formation de la dissolution de sodammonium à la condensation d'une vapeur, l'énergie libre de la solution saturée de sodammonium, à la température t et sous la pression p du gaz ammoniac, est égale à la somme des énergies libres du sodium et du gaz ammoniac qui forment la dissolution. On a, en conservant les notations précédentes, une seconde relation

$$(\mathrm{NaAzH^3}, m\mathrm{AzH^3}) = (\mathrm{Na}) + (m+1)(\mathrm{AzH^3}).$$

» En comparant les deux relations, on en déduit immédiatement

$$(\mathrm{NaAzH^3}) = (\mathrm{Na}) + (\mathrm{AzH^3}).$$

» L'énergie libre du sodammonium solide, à la température t et sous la pression p, est la somme des énergies libres, dans les mêmes conditions, des produits de sa décomposition : le sodium et le gaz ammoniac. Dans ces conditions, la dissociation du sodammonium est un phénomène réversible; la tension p du gaz ammoniac à la température t est la tension de dissociation du sodammonium à cette température. La tension de dissociation du sodammonium, à une température quelconque, est égale à la tension du gaz ammoniac fourni par une solution saturée de sodammonium à la même température. »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Sur le dosage des éléments halogènes libres et la détermination des iodures en présence du chlore et du brome.* Note de M. **P. Lebeau**, présentée par M. Schützenberger.

« Quand il s'agit de doser volumétriquement l'iode dans une liqueur contenant une quantité quelconque de brome et de chlore, on déplace l'iode par de l'acide azoteux étendu en excès, puis on fait passer ce métalloïde en solution dans du sulfure de carbone. La solution sulfocarbonique violette est ensuite décolorée par une liqueur titrée de protochlorure d'étain. Cette méthode, indiquée par Fresenius ([1]), peut rendre des services; mais elle est d'une exécution très lente, parce qu'il faut extraire complètement l'iode par le sulfure de carbone, changer la solution colorée de

([1]) Fresenius. *Traité d'analyse quantitative*, p. 555.

flacon, pour éviter l'action des vapeurs nitreuses sur la liqueur titrée, et enfin laver cette solution pour la purifier des traces d'acide azoteux dont l'influence est aussi nuisible.

» Ayant eu à faire un assez grand nombre de dosages exacts, dans des mélanges de métalloïdes halogènes, j'ai été amené à rechercher un moyen à la fois plus expéditif et plus précis. Dans ce but, je me suis surtout attaché à rendre sensible la limite du déplacement de l'iode par le brome, cette réaction classique étant la plus simple et la plus sûre qu'on puisse se proposer : je me suis arrêté à un procédé fondé à la fois sur la coloration du sulfure de carbone par l'iode et sur la décoloration du sulfate d'indigo par le brome. On a ainsi deux indices colorés juxtaposés, faciles à comparer et dont l'un s'annule instantanément pour indiquer la fin du titrage. Voici la manière d'opérer :

» Dans un flacon de 200^{cc} environ, on introduit 30^{cc} à 40^{cc} de sulfure de carbone et autant d'eau distillée, puis un volume connu de la solution iodurée à essayer. Le tout est additionné de quelques gouttes de sulfate d'indigo. On verse alors, avec une burette à robinet de verre, de l'eau de brome titrée et l'on agite vivement. L'iode mis en liberté se dissout dans le sulfure de carbone qui devient violet, et la liqueur surnageante reste bleue jusqu'à ce qu'une goutte d'eau de brome en excès décolore le sulfate indigotique. Le terme de la réaction est indiqué avec une grande netteté.

» La liqueur de brome, dont je fais usage dans ce procédé, est d'un emploi très commode, mais il est nécessaire de prendre quelques précautions pour empêcher sa variation de titre, au cours des essais. Il faut éviter les bouchages ou joints en caoutchouc, autant que possible, et faire passer directement le réactif du flacon à l'émeri qui le contient dans une burette à robinet. En outre, le brome étant très volatil, il ne faudra pas compter sur le titre déterminé, une fois pour toutes, de sa solution aqueuse. Avant chaque série d'essais, on établit la valeur relative de l'eau de brome avec une liqueur d'iodure de potassium pur, de titre connu : cela revient à comparer la quantité d'iodure inconnue qui existe dans le milieu à analyser à une autre quantité bien déterminée de ce même sel pris comme unité de mesure.

» Voici quelques nombres observés :

KI pris.	Brome.	KI trouvé.	Pour 100.
0,332	$15^{cc},5$	0,3344	100,7
0,332	15,4	0,3323	100,1
0,332	15,4	0,3323	100,1

» Dans ces essais de contrôle, la valeur de la liqueur de brome a été fixée d'une façon indépendante, sans faire usage d'iodures, c'est-à-dire de la méthode dont il s'agit de prouver l'exactitude. Il m'a paru commode, pour doser les métalloïdes, chlore, brome et iode, qui peuvent se trouver en solution, de les transformer en sels de zinc correspondants et de ramener leur dosage à un titrage par la liqueur d'argent, qui sert de base à la plupart des dosages volumétriques de cette série. Dans ce but, j'introduis, dans un flacon bouchant à l'émeri, la solution contenant le métalloïde libre, l'eau de brome par exemple, et je l'additionne de quelques grammes de poudre de zinc pur. Presque aussitôt, le métalloïde disparaît, formant du bromure de zinc neutre, et l'on peut faire le titrage à la liqueur d'argent en se servant de l'indice bien connu, au chromate neutre de potassium. Cette méthode détournée, pour doser les halogènes libres, me paraît plus pratique que les procédés spéciaux en usage [1]. »

CHIMIE. — *Sur la formation de l'hyposulfite de plomb.* Note de M. **J. Fogh**, présentée par M. Berthelot.

« On prépare l'hyposulfite de plomb en mélangeant à équivalents égaux des dissolutions étendues d'acétate de plomb et d'hyposulfite de soude. On obtient ainsi un précipité blanc cristallin et une liqueur ne contenant plus que de l'acétate de soude. Le précipité, lavé et séché à basse température, est de l'hyposulfite de plomb anhydre pur.

» La réaction s'effectue donc très nettement d'après l'équation suivante :



$$C^4PbH^3O^4 + NaS^2O^3 = PbS^2O^3 + C^4NaH^3O^4.$$

Cette réaction est exothermique ; opérée avec les sels dissous chacun dans 2^{lit} par équivalent, elle dégage vers $10^\circ + 2^{\text{Cal}},9$. Opérée avec les deux sels solides, elle dégagerait $+ 4^{\text{Cal}},3$.

» A l'aide de cette donnée, on peut calculer la chaleur de formation de l'hyposulfite de plomb par les éléments, les chaleurs de formation des trois autres sels qui interviennent dans la réaction étant connues.

» Cependant le résultat ainsi obtenu ne sera exact que si le sel possède exactement la même constitution physique et chimique au moment de sa

---

(1) Travail de l'École municipale de Physique et de Chimie, laboratoire de M. Étard.

précipitation qu'après lavage et séchage ; si, au contraire, il s'opérait un changement dans son état, soit de condensation moléculaire, soit d'hydratation, comme on l'a observé pour un grand nombre de précipités, le résultat calculé devrait être accru d'une certaine quantité de chaleur correspondant à ce changement d'état (1).

» Pour vérifier si l'hyposulfite de plomb éprouve une altération de la sorte, on peut tirer parti de la propriété qu'il possède de se dissoudre entièrement dans un excès d'hyposulfite de soude.

» Précipité au sein du calorimètre, il se redissout instantanément, si l'on ajoute 10 équivalents d'hyposulfite de soude en liqueur étendue contenant $\frac{1}{2}$ équivalent par litre. Cette redissolution absorbe, vers 11° : $-0^{Cal},196$.

» Pour dissoudre le sel une fois desséché, il est nécessaire de recourir à une liqueur trois fois plus concentrée. Sa densité est de 1,091 ; sa chaleur spécifique est égale à 0,9026. Cette liqueur dissout dans l'espace de quelques minutes le sel finement pulvérisé et broyé à l'aide d'un écraseur. La dissolution absorbe, vers 11° : $-0^{Cal},416$. La densité de la liqueur résultante est de 1,107 ; sa chaleur spécifique de 0,8905. Il suffit de l'étendre de deux fois son volume d'eau pour rendre l'état final de l'expérience identique à celui de la précédente. Déduction faite de l'effet thermique que cette dilution produit sur l'hyposulfite de soude, elle dégage pour 1 équivalent d'hyposulfite de plomb : $+0^{Cal},207$. La somme des deux quantités de chaleur ainsi déterminées : $-0^{Cal},416 + 0^{Cal},207 = -0^{Cal},209$ représente la chaleur de dissolution du sel sec en liqueur étendue.

» On voit qu'elle est sensiblement la même que la chaleur absorbée par la redissolution immédiate du précipité.

» Il résulte de là que l'hyposulfite de plomb ne subit aucun changement d'état après sa précipitation et que, par conséquent, la chaleur de formation par les éléments, calculée d'après la réaction de l'acétate de plomb sur l'hyposulfite de soude, est en réalité celle qui caractérise l'hyposulfite de plomb anhydre cristallisé.

» En prenant pour chaleur de formation de l'acide hyposulfureux dissous le chiffre $+39^{Cal},7$ récemment vérifié, on a



$$Pb + S^2 + O^5 \dots\dots\dots\dots \quad +76^{Cal}$$

(1) BERTHELOT, *Essai de Mécanique chimique*, t. I, p. 39, 53 ; t. II, p. 177, 196.

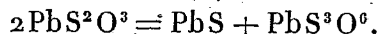
CHIMIE. — *Décomposition de l'hyposulfite de plomb par la chaleur. Trithionate de plomb.* Note de M. J. **Fogh**, présentée par M. Berthelot.

« Lorsque l'on chauffe à sec l'hyposulfite de plomb, il subit une décomposition de nature très complexe, dont les produits sont le sulfure de plomb, le sulfate de plomb, le soufre et l'acide sulfureux. Si l'on soumet le même hyposulfite simplement à l'action prolongée de l'eau bouillante, il se change, comme le sel chauffé à sec, en un résidu noir; mais cette dernière décomposition, loin d'être complexe, s'effectue nettement d'après une réaction très simple.

» 5^{gr} d'hyposulfite de plomb, soumis pendant trois heures à l'action d'une grande quantité d'eau bouillante, ont fourni $3^{gr},5$ de résidu sec anhydre et 1^{lit} de liqueur filtrée.

» Le résidu et la liqueur ne renfermaient ni hyposulfite, ni sulfite, ni sulfate. Cependant la liqueur contenait du plomb et du soufre en dissolution et le résidu, chauffé à l'abri de l'air, dégagea des vapeurs de soufre et de l'acide sulfureux, propriétés que ne possède pas le sulfure de plomb pur. Il ne restait donc plus qu'à admettre la présence d'un sel thionique.

» En effet, l'analyse complète des produits a montré que la liqueur contenait en dissolution $1^{gr},57$ de trithionate de plomb et que le résidu renfermait $1^{gr},9$ de sulfure de plomb et $1^{gr},6$ de trithionate de plomb. Ces résultats ne sont d'accord qu'avec l'équation suivante :



$$2PbS^2O^3 = PbS + PbS^3O^6.$$

» Deux molécules d'hyposulfite de plomb se décomposent donc très nettement en une molécule de sulfure de plomb et une molécule de trithionate de plomb, dont une partie reste en dissolution.

» Ce dernier sel n'a pas encore été étudié. On enseigne que le trithionate de potasse dissous ne précipite pas une dissolution d'acétate de plomb. Il ne la précipite pas en effet instantanément. Mais, si l'on abandonne à lui-même dans un flacon bouché un mélange des deux sels en dissolution saturée, le trithionate de plomb se dépose peu à peu sous forme de petites aiguilles très fines, et l'on peut, au bout de plusieurs jours, en recueillir une quantité notable.

» Séché dans le vide, le trithionate de plomb est anhydre. Chauffé modérément à sec, il exhale une odeur de soufre; chauffé plus fortement, il

noircit en dégageant des vapeurs de soufre et de l'acide sulfureux. Il est peu soluble dans l'eau. La dissolution étendue peut être maintenue en ébullition sans éprouver aucune décomposition; évaporée au bain-marie, elle laisse un résidu partiellement décomposé en sulfure et en sulfate.

» Le trithionate de plomb se dissout entièrement dans une liqueur d'hyposulfite de soude, et cette propriété peut servir à déterminer sa chaleur de dissolution. Il suffit en effet de partir d'un même système initial : trithionate de potasse, acétate de plomb, hyposulfite de soude en excès, pour arriver à un même système final entièrement dissous, en passant par deux cycles différents dont l'un comprend le trithionate de plomb solide.

» On trouve ainsi que la chaleur de dissolution de ce sel est égale à $-2^{Cal},5$ pour une température de 10°.

» En supposant la chaleur de neutralisation de l'acide trithionique par l'oxyde de plomb égale à celle de l'acide azotique, on a, pour la chaleur de formation du trithionate de plomb dissous,



$Pb + S^3 + O^6 +$ eau.................. $+140^{Cal},1$

et pour celle du trithionate solide



$Pb + S^3 + O^6$.......................... $+142^{Cal},6$

» La chaleur de formation de l'hyposulfite de plomb étant égale à $+76^{Cal}$ et celle du sulfure de plomb à $+8^{Cal},9$, on voit que la décomposition de l'hyposulfite de plomb par la chaleur, d'après l'équation suivante



$$2PbS^2O^3 = PbS + PbS^3O^6,$$

donnerait, pour le trithionate de plomb solide, lieu à un phénomène thermique à peu près nul, de même que la décomposition du dithionate de potasse; tandis que la redissolution ultérieure du sel de plomb absorberait -3^{Cal}. Mais à ce moment la transformation est déjà accomplie ([1]). »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur un nouvel iodure de bismuth et de potassium.* Note de M. L. Astre, présentée par M. Friedel.

« Dans des recherches sur les iodures de bismuth, j'ai été conduit à préparer l'iodure double de bismuth et de potassium généralement désigné sous le nom d'*iodure de Nicklès* (BiI^3, IK, $2H^2O$).

([1]) Ce travail a été fait au laboratoire de M. Berthelot.

» Pour préparer ce composé, je me suis attaché à suivre les indications données par Nicklès, qui consistent à abandonner $38^{gr},1$ d'iode, $14^{gr},82$ de chlorure de potassium et 40^{gr} de bismuth en poudre en présence de 100^{cc} d'eau pendant environ deux mois.

» Au bout de ce temps, il s'est, en effet, formé des cristaux bruns en aiguilles très fines mêlés à un excès de bismuth, de chlorure de potassium et un peu de chlorure double de bismuth et de potassium; mais les cristaux étaient très petits et il a été impossible de les séparer mécaniquement d'une manière suffisante pour espérer avoir un produit homogène; aussi ai-je essayé d'isoler l'iodure double obtenu par l'emploi de dissolvants; malheureusement, ce produit est insoluble dans la plupart des liquides neutres généralement employés (éther ordinaire, chloroforme, sulfure de carbone, essence de pétrole, essence de térébenthine, etc.), et ceux qui paraissent le dissoudre (alcool ordinaire, alcool amylique, etc.), le décomposent partiellement en oxyiodure insoluble et iodure double mêlés à une certaine quantité d'oxyiodure soluble et d'iodure alcalin. Seul des liquides essayés, l'éther acétique ne donne pas lieu à ces décompositions et dissout totalement les cristaux colorés sans paraître les altérer.

» Je me suis assuré, en effet, que le produit brut, traité successivement par des quantités d'éther acétique, insuffisantes pour le dissoudre en totalité, donne, par l'évaporation spontanée de diverses solutions ainsi obtenues, des cristaux présentant toujours la même composition centésimale. Ces cristaux, semblables d'ailleurs à ceux du produit primitif, sont en aiguilles noires appartenant au système du prisme rhomboïdal droit; après dessiccation dans le vide en présence de l'acide sulfurique, ils ont donné à l'analyse :

	Composition centésimale		
	trouvée.	calculée	
	Moyenne de l'analyse de trois échantillons.	pour $(BiI^3)^2IK$.	pour l'iodure de Nicklès $BiI^3, IK, 2H^2O$.
I	64,8	65,4	65,4
B	32,6	32,5	27,08
K	2,5	2,1	5,03
H^2O	»	»	2,49
	99,9	100,0	100,00

» Les résultats ci-dessus montrent que l'iodure isolé par l'éther acétique correspond à la formule $(BiI^3)^2IK$ et non à celle donnée par Nicklès, d'après

le seul dosage de bismuth, à des cristaux qu'il n'avait pu séparer que mécaniquement.

» Le mode de préparation indiqué par Nicklès étant trop long, j'ai pensé qu'il serait possible de former des iodures doubles dans un temps plus court, en soumettant le mélange à l'action de la chaleur. Le mélange d'iodure de bismuth, de chlorure de potassium et d'eau, renfermé dans un flacon bien bouché, a été chauffé à 100° pendant vingt-quatre heures. Au bout de ce temps, tout l'iode libre ayant disparu, il m'a suffi d'abandonner le liquide à lui-même jusqu'à refroidissement pour obtenir une masse brune cristalline. Cette masse, épuisée par l'éther acétique, a donné une solution qui a laissé déposer par évaporation spontanée des cristaux ayant le même aspect et la même composition que ceux dont l'analyse est indiquée plus haut.

» Ce résultat m'a engagé à employer l'éther acétique à l'étude des iodures doubles de bismuth et de potassium, que l'on peut obtenir en faisant varier la nature et les proportions des éléments mis en présence; comme je l'espérais, ce dissolvant m'a permis d'isoler des composés bien définis et cristallisés dont je poursuis l'étude. »

PHYSIQUE. — *Sur les accroissements moléculaires de dispersion des solutions salines.* Note de MM. **Ph. Barbier** et **L. Roux**, présentée par M. Friedel.

« Dans une Note précédente, nous avons montré que, pour les solutions salines, l'excès du pouvoir dispersif B de la solution sur le pouvoir dispersif b de l'eau est lié à la quantité p de matière dissoute par la relation

$$B - b = Kp.$$

Le coefficient K dépend de la nature des corps et peut servir à les caractériser.

» Si l'on désigne par M le poids moléculaire du sel dissous, l'expression

$$\frac{B - b}{p} M$$

représente ce que nous appellerons l'*accroissement moléculaire* de dispersion et s'obtiendra en multipliant par M le coefficient K, constant pour chaque corps.

» Nous avons calculé la valeur de cet accroissement moléculaire de dispersion, pour un certain nombre de chlorures, et nous avons obtenu les résultats suivants :

	Chlorure dissous.	KM.
Chlorures du type M Cl (moyenne pour KM = 0,020)	H Cl	0,021
	Li Cl	0,019
	Am Cl	0,021
	Na Cl	0,020
	K Cl	0,020
	Rb Cl	0,019
Chlorures du type M Cl² (moyenne pour KM = 0,044)	Mg Cl²	0,038
	Ca Cl²	0,041
	Sr Cl²	0,043
	Ba Cl²	0,047
	Mn Cl²	0,047
	Cd Cl²	0,050

» L'accroissement moléculaire de dispersion, pour les chlorures de la forme MCl, est donc sensiblement constant et égal à 0,020.

» Pour les chlorures du type MCl², cet accroissement, quoique moins constant que dans le cas précédent, s'écarte cependant assez peu d'une valeur moyenne 0,044, qui est le double de la valeur précédente.

» On voit, en définitive, qu'il existe des relations simples entre le pouvoir dispersif des solutions aqueuses, les poids moléculaires et le type chimique des sels dissous.

» M. Doumer a été conduit par l'étude des pouvoirs réfringents à des relations du même ordre (¹). Nous jugeons inutile, par suite, bien que nos recherches soient différentes de celles de ce savant, de les continuer dans cette direction, et nous nous bornons à constater l'existence de ces relations.

» Nous poursuivons nos recherches sur le pouvoir dispersif des composés organiques, et nous aurons l'honneur d'en communiquer prochainement les résultats à l'Académie (²). »

(¹) *Comptes rendus*, t. CX, p. 40.

(²) Faculté des Sciences de Lyon, laboratoire de Chimie générale.

CHIMIE. — *Recherches sur l'application de la mesure du pouvoir rotatoire à la détermination des combinaisons qui résultent de l'action de l'acide malique sur les molybdates neutres de lithine et de magnésie.* Note de M. **D. Gernez**, présentée par M. Duclaux.

« Les expériences que j'ai effectuées sur les solutions d'acide malique gauche additionnées de quantités graduellement croissantes de molybdate de soude ([1]) m'ont conduit à constater qu'il y a, dans les solutions prises sous le même volume, formation de combinaisons successives résultant de l'union de 1 équivalent d'acide malique avec des quantités de sel correspondant à 1, 2, 3,5 équivalents, dont la production est caractérisée par la manière dont varie le pouvoir rotatoire des solutions et les valeurs maxima par lesquelles il passe. J'ai soumis au même procédé d'investigation les liquides mixtes obtenus avec l'acide malique et les molybdates de lithine et d'ammoniaque : les résultats que j'ai obtenus présentent des particularités aussi variées avec des valeurs maxima plus prononcées.

» J'ai mesuré les rotations produites pour la lumière jaune du sodium par des solutions contenant 1,1166 d'acide malique gauche et des quantités de sel croissant par $\frac{1}{12}$ d'équivalent avec la quantité d'eau distillée nécessaire pour amener le volume total à occuper 12^{cc} à la température de 13°. La solution contenant l'acide malique seul, observée dans le tube de $105^{mm},7$ qui a servi dans toutes ces expériences, donnait une rotation de $-0°11'$; le Tableau suivant indique les résultats obtenus :

Fractions d'équivalent de sel employé en $\frac{1}{12}$ d'équiv.	Molybdate de lithine.		Molybdate de magnésie.	
	Rotations observées.	Variations par $\frac{1}{12}$ d'équiv.	Rotations observées.	Variations par $\frac{1}{12}$ d'équiv.
1	— 1°. 7′	56′	— 1°. 6′	55′
2	— 2. 2	55	— 1.59	55
3	— 2.56	54	— 2.51	52
4	— 3.47	51	— 3.44	53
5	— 4.37	50	— 4.36	52
6	— 5.27	50	— 5.26	50
7	— 6.17	50	— 6.16	50
8	— 7. 8	51	— 7. 8	52
9	— 8. 0	52	— 7.54	46

([1]) *Comptes rendus*, t. CIX, p. 769.

Fractions d'équivalent de sel employé en $\frac{1}{12}$ d'équiv.	Molybdate de lithine. Rotations observées.	Molybdate de lithine. Variations par $\frac{1}{12}$ d'équiv.	Molybdate de magnésie. Rotations observées.	Molybdate de magnésie. Variations par $\frac{1}{12}$ d'équiv.
10	— 8°.51′	51′	— 8°.39′	45′
11	— 9.40	49	— 9.24	45
12	—10. 8	— 28	— 9.40	— 16
13	— 9.25	+ 43	— 8.50	+ 50
14	— 8. 0	85	— 7.40	70
15	— 6.10	110	— 5.40	120
16	— 4.30	100	— 3.43	117
17	— 2.40	110	— 1.27	136
18	— 0.35	125	+ 0.55	142
19	+ 1. 7	102	+ 3.13	138
20	+ 3.27	140	+ 5.19	126
21	+ 5.22	115	+ 7.38	139
22	+ 7.21	119	+ 9.45	127
23	+ 9.30	129	+11.55	130
24	+11.22	112	+14.10	135
25	+13.11	109	+16.28	138
26	+14.56	105	+17.40	72
27	+15.36	+ 40	+18.14	+ 34
28	+15.30	— 6	+17.28	— 46
29	+14.32	58	+16.24	64
30	+13.23	69	+14.50	94
33	+ 8.37	95	+ 9.55	98
36	+ 4.28	83	+ 6. 4	77
39	+ 1. 9	66	+ 3. 2	61
42	— 1. 5	45	+ 1.30	31
45	— 2. 2	19	+ 1. 8	7
48	— 2.22	— 7	+ 1. 6	— 1
51	— 2.15	+ 2	+ 1.47	+ 14
54	— 1.45	10	+ 2.30	14
60	— 0.48	10	+ 3.40	12
66	»	»	+ 4.46	11
72	— 1.43	12	+ 6.54	11
84	+ 5.10	18	+ 8.44	14
96	+ 8.10	15	»	»

» *Molybdate neutre de lithine.* — Les résultats obtenus avec ce sel donnent lieu aux remarques suivantes :

» 1° La rotation négative produite par l'acide malique augmente de quantités très sensiblement égales, pour des additions égales, jusqu'à ce que la quantité de sel ajoutée à 1 équivalent d'acide représente 1 équivalent; elle atteint un maximum de — 10° 8′, cinquante-cinq fois plus grand

que la rotation initiale. Ce résultat s'interprète aisément si l'on admet que, dès qu'il est en contact avec l'acide, le sel contracte en totalité avec lui une combinaison à équivalents égaux, jusqu'à ce que la quantité de sel employée étant 1 équivalent, tout l'acide entre en combinaison.

» 2° Pour des quantités de sel plus grandes que 1 équivalent, la rotation éprouve brusquement une diminution qui continue très régulièrement; elle change de signe, croît toujours de quantités sensiblement égales pour des additions égales et atteint une valeur maxima de + 15°36′, quatre-vingt-cinq fois plus grande que la rotation initiale. Cette variation régulière indique la formation d'un nouveau composé dans lequel, avec 4 équivalents d'acide, entrent 9 équivalents de molybdate neutre de lithine.

» 3° Des quantités de sel plus grandes déterminent immédiatement une diminution progressive de la rotation, qui devient négative de nouveau et atteint une nouvelle valeur maxima de — 2°22′, treize fois plus grande que la rotation primitive. Le maximum correspond à un poids de sel qui représente 4 équivalents. On est fondé à admettre qu'à la seconde combinaison a succédé une troisième, formée de 1 équivalent d'acide malique et de 4 équivalents de molybdate neutre de lithine.

» 4° Cette combinaison elle-même n'est pas définitive. On reconnaît, en effet, que de nouvelles additions de sel déterminent une diminution de la rotation qui, de négative, devient de nouveau positive; elle croît avec assez de régularité pour qu'on puisse admettre la production d'une nouvelle combinaison, qui, pour 1 équivalent d'acide malique, contient plus de 8 équivalents de sel, puisque pour ces proportions la rotation atteint la valeur + 8°10′ et continue à augmenter.

» *Molybdate neutre de magnésie.* — Les phénomènes se succèdent avec les mêmes alternatives : 1° maximum négatif de — 9°40′, représentant cinquante-trois fois la rotation initiale. Il correspond à *équivalents égaux* d'acide et de sel; 2° diminution de la rotation, changement de signe, nouvelle valeur maxima + 18° 14′, presque cent fois plus grande que la rotation initiale; elle correspond aux mêmes proportions relatives que dans le cas du molybdate de lithine, 4 équivalents d'acide et 9 équivalents de sel; 3° diminution de la rotation et valeur minima de + 1°6′ qui se manifeste pour 1 équivalent d'acide malique et 4 équivalents de sel; 4° accroissement régulier de la rotation indiquant la production d'une nouvelle combinaison, que la solubilité du sel ne permet pas d'atteindre dans les conditions où je me suis placé, mais qui correspond à plus de 7 équivalents de sel, la rotation pour ces proportions étant + 8°44′.

» Ces expériences me paraissent mettre très nettement en lumière le

fait de la production successive et de la transformation des combinaisons entre deux substances dissoutes.

» Les tungstates et phosphomolybdates alcalins présentent des particularités analogues. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Dosage volumétrique du tannin.* Note de M. E. **Guenez.**

« Un certain nombre de procédés volumétriques ont été indiqués déjà, pour le dosage du tannin; l'acétate de plomb, l'émétique, la gélatine, le permanganate de potasse, ont été successivement employés, puis abandonnés, comme donnant des résultats erronés.

» La méthode de Löwenthal, modifiée par Neubauer, qui est la plus importante des méthodes volumétriques, ne peut s'appliquer qu'à certains cas déterminés. Elle est basée sur l'oxydation du tannin par le permanganate de potasse, et ne peut être exacte qu'à la condition d'être appliquée à une solution de tannin pur. En effet, la présence des matières organiques, qui accompagnent le tannin dans les extraits industriels, devient une grave cause d'erreur en réduisant un volume trop grand de permanganate de potasse.

» J'ai pensé qu'il serait possible d'arriver à un dosage rapide du tannin, en s'appuyant sur les réactions suivantes :

» 1° Si, dans une solution bouillante d'émétique, additionnée d'une couleur d'aniline convenablement choisie, on verse une solution de tannin, il se forme un précipité de tannate d'antimoine, qui entraîne avec lui la matière colorante, en formant une véritable laque. Lorsque la proportion de tannin est suffisante, le liquide où se forme le précipité devient complètement incolore.

» L'émétique doit être en excès par rapport à la matière colorante.

» 2° Le volume de la solution colorée d'émétique et le volume de la solution de tannin qu'il faut y ajouter pour la décolorer, sont toujours proportionnels. La dilution n'a pas d'influence sur les résultats.

» 3° Une quantité déterminée de tannate d'antimoine fixe toujours la même quantité de matière colorante.

» 4° Lorsque l'on verse une solution d'acide gallique dans une solution bouillante d'émétique, le précipité de gallate d'antimoine ne se forme pas immédiatement. Dans les mêmes conditions, le tannate d'antimoine se produit instantanément. Il était dès lors permis de supposer que la pré-

sence de l'acide gallique ne nuirait pas au dosage du tannin; l'expérience est venue confirmer ce résultat.

» Pour appliquer au dosage du tannin les réactions que je viens d'indiquer, il convient d'opérer de la manière suivante.

» On prépare d'abord une solution formée de :

Émétique	12^{gr}
Vert Poirier 4JE	1^{gr}
Eau distillée	1^{lit}

» On fait dissoudre séparément l'émétique et la matière colorante; on mélange ensuite les deux solutions et l'on filtre.

» Le choix de cette matière colorante a une grande importance; les couleurs vertes sont les seules qui se prêtent à ce mode de dosage, le vert 4JE de Poirier m'a donné d'excellents résultats.

» Le titrage de la liqueur précédente se fait au moyen d'une solution de tannin à l'éther parfaitement pur et séché dans le vide sur l'acide sulfurique. On en fait une solution contenant, pour 1^{lit}, 5^{gr} à 6^{gr} de tannin et l'on y ajoute une petite quantité de thymol dissous dans l'alcool, pour empêcher le développement des moisissures.

» On remplit, avec la solution de tannin, une burette graduée à robinet. D'autre part, on place dans un tube de verre, de $0^m,035$ de diamètre, 20^{cc} de la solution colorée d'émétique et un égal volume d'eau distillée.

» On porte à l'ébullition le liquide coloré, puis on y fait tomber, au moyen de la burette, la solution de tannin, d'abord par centimètres cubes et enfin par gouttes, jusqu'à décoloration complète du liquide, qu'il faut avoir soin de faire bouillir de nouveau après chaque addition de tannin. Il se forme, dans ces conditions, un précipité vert floconneux, qui se rassemble facilement et permet de suivre la décoloration du liquide.

» Quand la décoloration est complète, on lit sur la burette le volume de la solution tannique et l'on fixe le titre de la solution d'émétique.

» Cette méthode s'applique très facilement à l'analyse des extraits industriels; mais, comme les tannins de ces extraits ne sont pas identiques au tannin de la noix de galle, que nous avons choisi comme terme de comparaison, la richesse d'un extrait en matières tannantes sera représentée dans le résultat de l'analyse par un poids équivalent de tannin de noix de galle.

» C'est du reste ce que l'on sera obligé de faire avec toutes les méthodes volumétriques, lorsqu'il ne sera pas possible de titrer la liqueur avec

l'espèce de tannin qu'il s'agit de doser. Toutefois, le procédé de M. Muntz pourrait être utilisé pour établir la concordance entre le dosage volumétrique et le dosage pondéral.

» La méthode que je viens de décrire est très rapide; elle donne, d'une manière constante, des résultats parfaitement comparables et a l'avantage de ne pas être faussée par la présence de l'acide gallique.

» Cette méthode d'analyse ne s'applique pas au dosage du tannin dans les vins; d'ailleurs, dans ce dernier cas, l'élégante méthode de M. Aimé Girard fournira toujours les meilleurs résultats (¹). »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Dosage de l'acétone dans l'alcool méthylique et dans les méthylènes de dénaturation.* Note de M. Léo Vignon.

« On sait que l'alcool éthylique destiné aux usages industriels est habituellement dénaturé au moyen d'alcool méthylique brut, connu sous le nom de *méthylène*. Ce produit doit satisfaire à certaines conditions; il doit renfermer, notamment, de 20 à 23 pour 100 d'acétone. Le dosage de l'acétone, dans les méthylènes de dénaturation, constitue, par suite, un problème dont la solution intéresse l'industrie de la distillation des bois.

» Actuellement on emploie, pour effectuer ce dosage, la méthode de Krämer (²). Elle est fondée sur une réaction découverte par Lieben, d'après laquelle l'alcool méthylique pur ne donne pas d'iodoforme, tandis que l'acétone est susceptible d'en fournir, en présence de l'iode et de la soude caustique. Krämer prescrit de mélanger ensemble 1^{cc} du mélange d'alcool méthylique et d'acétone, 10^{cc} de soude binormale, 5^{cc} de solution d'iode binormale. L'iodoforme obtenu est extrait par 10^{cc} d'éther exempt d'alcool, recueilli et pesé après évaporation de l'éther : on calcule la proportion d'acétone, sachant que 1 molécule de ce corps $(CH^3)^2CO$, correspond à 1 molécule d'iodoforme CHI^3.

» L'expérience m'a montré que, si la méthode de Krämer est applicable au dosage de très petites quantités d'acétone dans l'alcool méthylique, elle ne peut servir à doser l'acétone dans les méthylènes de dénaturation.

» Avec de l'acétone et de l'alcool méthylique purs, j'ai formé un mélange renfermant

---

(¹) Ce travail a été fait à l'École supérieure de Pharmacie de Paris dans le laboratoire de M. Moissan.

(²) *Berichte der Deutschen chemischen Gesellschaft*, p. 1000; 1880.

21gr,5 d'acétone pour 100cc. En employant la quantité de liqueur d'iode indiquée par Krämer, on obtient un poids d'iodoforme qui n'est nullement en rapport avec la quantité d'acétone contenue dans le mélange.

» C'est ainsi que l'on trouve :

Opération.	Mélange.	NaOH bin.	I bin.	Acétone en grammes pour 100cc.	Théorie.
1.....	1cc	10cc	5	5,94	21,5

» Mais, si l'on augmente la proportion d'iode, la quantité d'acétone trouvée croît, jusqu'à une certaine limite très voisine de la théorie :

Opérations.	Mélange.	NaOH bin.	I bin.	Acétone en grammes pour 100cc. Trouvé.	Acétone en grammes pour 100cc. Théorie.
	cc	cc	cc		
2......	1	10	10	12,89	21,5
3......	1	20	15	13,93	
4......	1	25	20	21,24	
5......	1	30	25	21,33	
6......	1	30	30	21,33	

» Pour transformer en iodoforme 0gr,213 d'acétone, il a donc fallu employer

$$25 \times 0,254 = 6^{gr},35 \text{ d'iode}$$

ou, pour 1 molécule d'acétone (58), 13,6 molécule d'iode (127).

» D'après la théorie admise, 6 molécules d'iode devraient fournir 1 molécule d'iodoforme avec 1 molécule d'acétone. Les expériences qui viennent d'être relatées montrent que cette interprétation n'est pas exacte.

» De plus, si l'on fait varier les conditions de la réaction, si, par exemple, on intervertit l'ordre des réactifs employés, on obtient des résultats absolument différents les uns des autres.

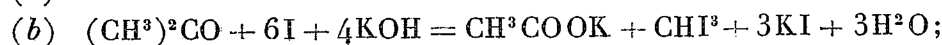
» Avec un mélange d'acétone et d'alcool méthylique purs, renfermant 16gr,2 d'acétone pour 100cc, on a obtenu les résultats suivants :

Expériences.		Acétone en grammes pour 100.	Théorie.
1.	D'abord 30cc NaOH bin., puis 1cc mélange, puis 30cc I bin....	15,80	16,2
2.	» 1 mélange, » 30 NaOH bin., » 30 I bin....	7,51	
3.	» 30 I bin., » 30 NaOH bin., » 1 mélange.	1,08	

» C'est qu'en réalité, dans la réaction de Lieben appliquée au mélange d'acétone et d'alcool méthylique, il se produit deux réactions distinctes (*a*) et (*b*) :



$$(a) \qquad 6I + 6KOH = 5KI + KIO^3 + 3H^2O,$$



$$(b) \qquad (CH^3)^2CO + 6I + 4KOH = CH^3COOK + CHI^3 + 3KI + 3H^2O;$$

suivant les conditions de l'expérience, la réaction (a) prédomine plus ou moins. En se plaçant dans le cas le plus favorable, si l'iode n'est pas en très grand excès, on obtient des poids d'iodoforme qui ne correspondent pas à l'acétone existant dans le mélange.

» Partant de ces expériences, on peut formuler ainsi les règles qui doivent être appliquées au dosage de l'acétone dans les méthylènes, par la réaction de Lieben :

» On dissoudra 5^{cc} du méthylène à examiner dans environ 200^{cc} d'eau distillée, et l'on complétera le volume du mélange à 250^{cc}.

» Puis on placera, dans une éprouvette à pied de 100^{cc}, graduée en centimètres cubes, bouchée à l'émeri :

» 10^{cc} de soude binormale ($2NaOH$ dans 1^{lit});

» 5^{cc} du mélange d'eau et de méthylène (correspondant à $0^{cc},1$ de méthylène).

» Après avoir agité, on introduira dans le flacon :

» 5^{cc} d'iode binormal ($254^{cc}I$, $332^{cc}KI$ + eau distillée, formant 1^{lit}).

» Le mélange sera agité immédiatement. L'iodoforme se précipitera en gros flocons jaune soufre : on traitera le mélange par 10^{cc} d'éther exempt d'alcool [1]; puis le volume V de cet éther sera noté; on en prélèvera 5^{cc} qui seront évaporés dans le vide, en laissant l'iodoforme comme résidu. La pesée d'iodoforme doit s'effectuer le plus rapidement possible (au bout d'une heure au plus). Soit p le poids de l'iodoforme. Le poids x d'acétone contenu dans 100^{cc} du mélange sera, en grammes,

$$x = \frac{1000p.V.58}{5 \times 394} = p.V \times 29,44.$$

» La méthode n'est applicable, suivant les indications de Lieben, qu'aux méthylènes qui ne renferment ni aldéhyde, ni alcool éthylique et, en général, aucune substance, autre que l'acétone, capable de fournir de l'iodoforme. »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Sur la diminution de la puissance fermentescible de la levure ellipsoïdale de vin, en présence des sels de cuivre.* Note de M. A. **Rommier**, présentée par M. Berthelot.

« J'ai été amené à rechercher l'influence des sels de cuivre sur les fermentations produites par les levures de vin ellipsoïdales, par suite de l'absence de ces levures que j'ai constatée sur des raisins, dans les circonstances suivantes :

» A l'automne dernier, j'ai sollicité de M. Lecoq de Boisbaudran et de

(1) L'éther commercial à 65° suffit.

M. le marquis de Dampierre, propriétaires de vignes dans les Charentes, l'envoi de quelques grappes de raisins de la variété dite *folle blanche*, qui produit les grandes eaux-de-vie de cette région. Ces messieurs ont favorablement accueilli ma demande et je leur en exprime ici mes remerciements sincères.

» J'ai donc reçu de ces messieurs, dans les derniers jours du mois de septembre, deux petites caisses de raisins qui sont arrivés à Paris en bon état de conservation. Cueillis au moment des vendanges, leur maturité laissait cependant à désirer : la gelée précoce du 17 septembre avait ralenti la végétation de la vigne et retardé la maturation entière du fruit. C'est à l'effet désastreux de cette gèlée qu'on doit attribuer le titre alcoolique inférieur de la plupart des vins blancs de 1889 de cette région.

» Chacune des grappes de raisins contenues dans les petites caisses a été mise à fermenter séparément; on a même choisi les grains les mieux venus, afin d'en obtenir des produits d'une plus grande pureté. Or il est arrivé que, sur quatre essais faits avec les raisins de M. le marquis de Dampierre, aucun n'a donné lieu à fermentation. Ces raisins écrasés, soumis pendant quinze jours à une température de 25° à 30°, n'ont pas dégagé une bulle de gaz acide carbonique, et ils avaient alors à leur surface des champignons blancs visibles à l'œil nu.

» Les raisins de M. Lecoq de Boisbaudran, traités dans les mêmes conditions, à deux jours d'intervalle, ont donné cinq fermentations sur six. Leurs lies, plusieurs fois cultivées séparément dans du jus de raisin préalablement stérilisé, puis examinées au microscope, n'ont pas présenté les cellules de la levure ellipsoïdale, mais celles qu'on désigne sous le nom de *levure apiculatus*. Or ces deux levures sont bien caractérisées par leur forme, par leur puissance fermentescible et par leur origine.

» La levure *apiculatus* a ses cellules plus petites que celles de la levure ellipsoïdale; elles ont la forme d'un citron, terminées à leurs deux pôles par deux espèces de mamelons; enfin, on doit la considérer comme une levure incomplète, qui fait bien fermenter le glucose, mais n'a aucune action sur le sucre. Son cycle est bien connu : elle apparaît au printemps sur les fleurs des plantes nectarifères, plantes visitées par les abeilles, et ces insectes la disséminent sur tous les fruits et la rapportent sur les rayons des mouches à miel, où elle passe l'hiver. C'est elle, avec la levure *Pasteur*, qui fait fermenter les cerises et donne naissance au kirsch. Elle concourt, avec la levure ellipsoïdale, à la fermentation du jus de raisin dans des proportions assez restreintes.

» La levure ellipsoïdale possède la forme d'une ellipse. C'est, en outre, une levure complète : elle jouit de la propriété d'intervertir le sucre, c'est-à-dire de le transformer, au moyen d'une diastase qu'elle sécrète, en ses deux glucoses, et de le faire ensuite intégralement fermenter. On emploie ce procédé pour la séparer d'autres levures, dont le pouvoir fermentescible est moins actif en présence du sucre. Elle apparaît sur le raisin pendant sa maturation et devient la levure dominante dans la fermentation. On ignore comment elle prend naissance sur la pellicule du fruit; et, comme elle communique aux moûts et aux autres liquides sucrés qu'elle fait fermenter des parfums différents suivant son origine, elle possède en quelque sorte une spontanéité propre à chaque espèce ou du moins à chaque groupe de cépages qui la produit.

» D'où peut provenir l'absence de la levure ellipsoïdale sur les raisins des Charentes, que j'ai eus à ma disposition? Le refroidissement survenu vers le milieu de septembre a pu enrayer le développement de ce petit végétal. M. Le Bel rapporte, dans ses Mémoires, un fait à peu près analogue : en 1882, année assez pluvieuse, les raisins de ses vignes, situées en Alsace, n'ont pas eu de levure ellipsoïdale et n'ont fermenté qu'avec la levure Pasteur. Mais l'automne sec et chaud, à part pendant quelques jours, de 1889 était favorable à l'apparition de cette levure sur le raisin, et son absence me paraît devoir aussi résulter d'injections tardives de sels de cuivre sur les feuilles de la vigne pour les préserver du mildew. Pour chercher à déterminer cette influence, on a fait, après divers tâtonnements, les expériences suivantes :

» Dans de petites fioles à fond plat, on a introduit 40^{cc} de jus de raisin filtré à clair et stérilisé par la chaleur. On y a ajouté des quantités de sulfate de cuivre renfermant 1^{mgr}, 2^{mgr}, 3^{mgr} ou 4^{mgr} de cuivre, et l'on a ensemencé ces liquides avec un peu d'une culture récente de levure ellipsoïdale de champagne. Enfin, on les a exposés à une température variable de 18° à 25°. Dans ces conditions, une culture de cette levure, exempte de cuivre, germe entre seize à dix-huit heures et est en pleine fermentation en vingt-quatre heures.

» 1° L'essai fait avec 1^{mgr} de cuivre n'a paru commencer à germer qu'au bout de trente heures, et sa fermentation s'est déclarée en soixante heures. Elle n'était bien lancée que vingt-quatre heures après.

» 2° Avec 2^{mgr} de cuivre, la germination a semblé se faire vers soixante-huit heures et la fermentation vers quatre-vingt-seize heures; cette dernière a continué assez lentement dans la suite.

» 3° et 4° Au fond des deux petites fioles contenant 3^{mgr} et 4^{mgr} de cuivre, on a remarqué, au bout de quatre-vingt-seize heures, quelques petits points blancs, indiquant un commencement de germination; quelques bulles de gaz se sont dégagées vingt-quatre heures après, et la fermentation a ensuite continué lentement.

» On doit conclure de ces expériences que le cuivre, qui retarde la fermentation de la levure ellipsoïdale, peut avoir la même influence sur la sporulation de cette levure sur la pellicule du raisin, mais qu'il n'y peut empêcher l'apport d'autres levures par les insectes.

» Ce fait est de peu d'importance pour les vignes à vins communs, dont le raisin a toujours un ferment quelconque, d'une nature plus ou moins bonne. Il n'en est pas de même pour les vins de qualité, dont le bouquet peut être modifié par le changement de la levure qui lui est propre. Aussi doit-on éviter, autant que possible, les applications tardives des sels de cuivre sur les feuilles de la vigne pour les préserver du mildew. »

ZOOLOGIE. — *Sur un Insecte coléoptère attaquant les vignes en Tunisie* (Ligniperda francisca *Fabricius*). Note de M. A. **Laboulbène**, présentée par M. Émile Blanchard.

« Le nombre des insectes qui nuisent à la vigne est considérable. Dans son Livre récent, M. Valéry Mayet en décrit ou mentionne cent trente-une espèces, dont cent neuf sont françaises ([1]). Le nouvel ennemi sur lequel je viens appeler l'attention de l'Académie ne figure pas dans l'Ouvrage précité ; il a été observé en Tunisie où ses dégâts ont été d'abord attribués, mais heureusement à tort, au *Phylloxera vastatrix*.

» M. le Dr René Marjolin m'a donné à examiner à deux reprises les insectes conservés dans l'alcool, d'une taille gigantesque par rapport au *Phylloxera*, absolument différents, et qui lui avaient été remis par M. Picot, de l'Académie des Sciences morales et politiques. J'ai demandé des renseignements précis pour savoir si le mal était produit sur les sarments desséchés ou sur le bois vert; j'ai reçu les détails suivants :

» Vers la fin d'octobre, au moment où le siroco soufflait pour la dernière fois, le Directeur du domaine de Schuiggui (Tunisie) constata que plusieurs groupes de plants de vigne étaient atteints de maladie. Il fit arracher les plants et en fit un examen minutieux. Un insecte avait dévoré toute la moelle, ne laissant subsister que l'écorce qui, de la sorte, servait d'enveloppe à une cheminée ou tube cylindrique, ayant pour diamètre le corps du dévastateur. Partout les insectes ne se sont attaqués qu'à la plante vivante, qui s'est abattue, vidée par eux. Le ravage local ne s'est produit qu'en octobre. En septembre, époque de la vendange, les pieds de vigne ne paraissaient pas atteints;

([1]) *Les Insectes de la vigne*. Introduction p. xx. In-8°. Paris et Montpellier; 1890.

rien n'était plus facile à constater, les pieds de vigne conservant en Tunisie, pendant l'automne, la fraîcheur de la végétation.

» Comme un parasite destructeur cause toujours une panique lors de sa découverte, le *Phylloxera* étant pour le vigneron une alarme constante, on pensait d'abord à l'attaque de ce dernier, mais l'insecte est tout autre. Quel est ce parasite? Est-il de nature à inquiéter, et finalement quelles sont les mesures à prendre?

» L'insecte coléoptère que j'ai déterminé appartient à la famille des Bostrichides ou Apatides; c'est le *Ligniperda (Apate) francisca* Fabricius. Il n'a pas été signalé sur la vigne; c'est un xylophage à l'état de larve, et il s'est jeté sur la vigne comme sur d'autres végétaux, fournissant un exemple d'adaptation parasitaire à un hôte momentanément préféré.

» Les caractères zoologiques du *Ligniperda francisca* sont: taille de 19^{mm} à 22^{mm}. Corps cylindrique, allongé, noir ou noir brunâtre, un peu luisant en dessus, moins foncé et terne en dessous. Antennes brunes à massue d'un jaune fauve. Tête verticale, lisse en avant, ponctuée en arrière. Prothorax épais, convexe, surplombant la tête, couvert de points élevés, granulé surtout en avant et sur les côtés qui sont munis de petites épines courtes et redressées. Élytres déclives au sommet, pontuées-rugueuses, avec trois côtes élevées de chaque côté de la suture elle-même saillante, ces côtes terminées par une épine courte; partie postérieure moins ponctuée. Le mâle, plus petit, a sur le front une touffe de poils serrés, blonds ou fauves et de même une bande de poils fauves couchés, épais, sur le dernier segment supplémentaire de l'abdomen.

» Le *Ligniperda* ou *Apate francisca* est une espèce africaine. Je ne connais qu'une constatation de ses attaques en Espagne, où elle s'est montrée nuisible au mûrier à Saint-Sébastien, à Tolosa, à Vitoria. La larve de l'insecte creusait dans les branches du mûrier des galeries longitudinales; il y avait même des galeries cloisonnées lorsque deux larves avaient perforé la même branche. L'insecte parfait sortait par des ouvertures percées plus ou moins obliquement (*Annales de la Société entomologique de France*, 1853, Bulletin, p. LVII).

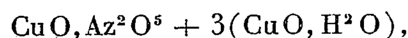
» Il doit en être de même pour la vigne en Tunisie. On devra couper les sarments atteints et recueillir avec soin les branches cassées ou le plant malade, puis brûler le tout avant la sortie de l'insecte. Les ravages, qui ne paraissent pas encore importants, seront ainsi conjurés. »

MINÉRALOGIE. — *Sur la préparation du nitrate basique de cuivre cristallisé, et sur son identification avec la gerhardtite.* Note de M. L. **Bourgeois**, présentée par M. Fouqué.

« J'ai eu l'occasion d'annoncer à l'Académie (1) que beaucoup de dissolutions salines, chauffées à 130° en tube scellé, avec de l'urée, fournissent un dépôt cristallisé de carbonates (calcite, strontianite, withérite, cérusite, etc.). Les sels de cuivre se comportent, dans ces conditions, d'une tout autre manière : il ne se fait pas de carbonate, le sel passe à l'état de sel basique, en même temps qu'il se dégage de l'acide carbonique à l'ouverture du tube. Ainsi le sulfate de cuivre, chauffé avec de l'urée, donne un précipité vert bleuâtre formé de cristaux microscopiques de brochantite; de même, avec le chlorure cuivrique, on a une poudre microcristalline d'un beau vert, qui est de l'atacamite. Les cristaux de ces deux sous-sels ainsi obtenus sont du reste assez mal formés.

» En reprenant la même expérience avec du nitrate de cuivre, j'ai vu le tube se remplir de belles paillettes très minces, d'un bleu verdâtre pâle, que l'analyse a montrées être un azotate basique de cuivre, ainsi qu'on le verra plus loin. Or ce corps, récemment découvert à l'état naturel, mérite de fixer l'attention.

» M. Brush a, en effet, signalé ce produit en cristaux vert foncé avec malachite et cuprite, sur des échantillons de l'Arizona, et MM. Wells et Penfield en ont fait une étude complète au point de vue chimique et cristallographique (2). Les cristaux dérivent d'un prisme orthorhombique de 94°40′, avec les faces de la base et de nombreuses facettes octaédriques; leur composition chimique répond à la formule



$$CuO, Az^2O^5 + 3(CuO, H^2O),$$

ce qui en fait un nitrate correspondant à l'atacamite $CuCl^2 + 3(CuO, H^2O)$ dans la série des chlorures. Ce corps est le premier exemple d'un azotate basique insoluble existant à l'état natif; il y a lieu de remarquer, de plus, que sa composition répond à celle des nitrates basiques de cuivre artificiels

(1) *Comptes rendus*, t. CIII, p. 1088; 1886.

(2) *Amer. Journ. of Science*, 3e série, t. XXX, p. 50; 1885.

étudiés par divers auteurs, particulièrement par Gerhardt [1]; aussi les savants américains ont-ils à bon droit dédié l'espèce nouvelle à la mémoire de cet illustre chimiste, en lui donnant le nom de *gerhardtite*.

» Les auteurs qui se sont occupés des propriétés du sous-nitrate de cuivre n'indiquent pas qu'il s'engendre à l'état cristallin; pour combler cette lacune, MM. Wells et Penfield ont chauffé en tube scellé à 150° pendant vingt-quatre heures une solution de nitrate de cuivre avec du cuivre métallique. Ils ont obtenu ainsi des cristaux verts possédant exactement la composition de la gerhardtite naturelle, ainsi qu'une partie de ses propriétés, mais s'en distinguant cependant par leur forme cristalline qui dérive d'un prisme clinorhombique. La détermination très soigneuse de MM. Wells et Penfield démontre qu'on est en présence d'un cas de dimorphisme.

» Les cristaux que nous avons obtenus nous-même, en chauffant à 130° une solution aqueuse renfermant des proportions équivalentes d'azotate de cuivre et d'urée, constituent des paillettes brillantes, très minces, d'un vert bleuâtre clair, de densité 3,41, insolubles dans l'eau, très solubles dans les acides, même étendus. Par calcination au-dessous du rouge, la substance dégage de l'eau et des vapeurs nitreuses en laissant un résidu d'oxyde de cuivre. Nous y avons dosé le cuivre et aussi l'acide azotique en suivant le procédé Schlœsing, ce qui a fourni les nombres suivants :

	I.	II.	Calculé pour $4CuO, Az^2O^5, 3H^2O$.
Oxyde cuivrique..........	66,1	66,0	66,22
Acide azotique anhydre....	22,2	22,3	22,52

» Il y a donc identité de composition avec la gerhardtite.

» Examinée au microscope, la substance se présente en lamelles rectangulaires dérivant d'un prisme orthorhombique aplati suivant sa base p et portant des troncatures sur les arêtes pm, ph^1, pg^1; l'angle mm, mesuré au microscope sur la base, est de 94°30'. Sur la face p, les extinctions en lumière parallèle se font suivant les arêtes ph^1 et pg^1, et, au travers de cette même face, on voit en lumière convergente deux axes optiques moyennement écartés dans le plan g^1 avec bissectrice normale à p, et la

---

[1] *Comptes rendus*, t. XXII, p. 961; 1846.

dispersion $\rho < \nu$. Ces derniers caractères s'accordent avec les données relatives à la gerhardtite naturelle, tandis que le produit artificiel de MM. Wells et Penfield ne permet de voir qu'un seul axe optique à travers la face d'aplatissement.

» Nous avons répété l'expérience de MM. Wells et Penfield en chauffant à 150° une solution d'azotate de cuivre avec de la tournure de ce métal; nous avons constaté qu'il ne se dégage pas de gaz à l'ouverture des tubes, que la liqueur est passée du bleu au vert par suite de la formation d'azotite de cuivre. Il s'est déposé des cristaux microscopiques très nets, identiques à ceux que nous avions obtenus par l'urée; nous n'avons jamais vu se produire la variété clinorhombique, en cristaux mesurables, décrite par les savants américains.

» Nous ajouterons qu'on peut encore obtenir très simplement du sous-nitrate de cuivre cristallisé dans d'autres circonstances : il suffit de décomposer lentement le nitrate neutre par l'action d'une chaleur modérée. Pour cela, une solution du sel a été évaporée au bain de sable dans un gobelet en verre de Bohême recouvert d'un verre de montre. Au bout de douze heures, il s'était déposé des cristaux vert bleuâtre en même temps que l'acide nitrique s'échappait partiellement du mélange. Après refroidissement, on lessive par l'eau pour enlever le nitrate neutre; il reste les cristaux d'azotate basique, qui ont été analysés et qui possèdent exactement la même composition et les mêmes propriétés cristallographiques que le sous-sel préparé au moyen de l'urée [1]. »

M. Ch.-V. Zenger adresse une Note, accompagnée de photographies, sur les résultats obtenus avec son appareil électrodynamique à trois électro-aimants.

Ces résultats lui paraissent de nature à modifier un peu les conclusions formulées récemment par M. F. Tisserand, dans sa Communication « Sur les mouvements des planètes, en supposant l'attraction représentée par l'une des lois électrodynamiques de Gauss et Weber ». Il croit d'ailleurs que cet appareil doit permettre d'obtenir une solution graphique des questions qui se rapportent au problème des trois corps.

(Renvoi à l'examen de M. Tisserand.)

---

[1] Laboratoire de M. Fouqué, au Collège de France.

A 4 heures trois quarts, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 10 MARS 1890.

Souvenirs de Marine. — Collection de plans ou dessins de navires et de bateaux anciens ou modernes existants ou disparus, avec les éléments numériques nécessaires à leur construction; par le vice-amiral PARIS. Quatrième Partie, Planches 181 à 240. Paris, Gauthier-Villars et Fils, 1889; 1 vol. in-f°.

Essai sur la Géométrie de la règle et de l'équerre; par G. DE LONGCHAMPS. Paris, Ch. Delagrave, 1890; 1 vol. gr. in-8°. (Présenté par M. Darboux.)

Université de France. — Travaux et Mémoires des Facultés de Lille. Tome I. Mémoire n° 1 (P. PAINLEVÉ, *Transformation des fonctions* V (x, y, z). — Mémoire n° 2 (P. DUHEM, *Des corps diamagnétiques*). Lille, au siège des Facultés, 1889; 2 br. gr. in-8°. (Présenté par M. Darboux.)

ERRATA.

(Séance du 3 mars 1890.)

Note de M. *Charles Fabry*, Sur la localisation des franges d'interférence produites par les miroirs de Fresnel :

Page 455, ligne 8, *au lieu de* faute de miroirs, *lisez* fente et miroirs.
Même page, ligne 16, *au lieu de* réduits, *lisez* réduite.

On souscrit à Paris, chez GAUTHIER-VILLARS ET FILS,
Quai des Grands-Augustins, n° 55.

Depuis **1835** les **COMPTES RENDUS** hebdomadaires paraissent régulièrement le *Dimanche*. Ils forment, à la fin de l'année, deux volumes in-4°. Deux Tables, l'une par ordre alphabétique de matières, l'autre par ordre alphabétique de noms d'Auteurs, terminent chaque volume. L'abonnement est annue et part du 1er janvier.

Le prix de l'abonnement est fixé ainsi qu'il suit :

Paris : **20** fr. — Départements : **30** fr. — Union postale : **34** fr. — Autres pays : les frais de poste extraordinaires en sus.

On souscrit, dans les Départements,

	chez Messieurs :
Agen	Michel et Médan.
Alger	Gavault St-Lager. Jourdan. Ruff.
Amiens	Hecquet-Decobert.
Angers	Germain et Grassin. Lachèse et Dolbeau
Bayonne	Jérôme.
Besançon	Jacquard.
Bordeaux	Avrard. Chaumas. Vincent. Muller (G.).
Bourges	David.
Brest	Lefournier. F. Robert. J. Robert. Ve Uzel Caroff.
Caen	Baër. Massif.
Chambéry	Perrin.
Cherbourg	Henry.
Clermont-Ferr.	Rousseau. Ribou-Collaye.
Dijon	Lamarche. Ratel. Damidot.
Douai	Lauverjat. Crépin.
Grenoble	Drevet. Gratier.
La Rochelle	Robin.
Le Havre	Bourdignon. Dombre
Lille	Ropiteau. Lefebvre. Quarré.
Lorient	Gosse. Mme Texier.
Lyon	Beaud. Georg. Mégret. Palud. Vitte et Perussel.
Marseille	Millaud.
Montpellier	Calas. Coulet.
Moulins	Martial Place.
Nancy	Sordoillet. Grosjean-Maupin. Sidot frères.
Nantes	Loiseau. Mme Veloppé.
Nice	Barma. Visconti et Cie.
Nîmes	Thibaud.
Orléans	Luzeray.
Poitiers	Blanchier. Druineaud.
Rennes	Plihon et Hervé.
Rochefort	Boucheron - Rossignol.
Rouen	Langlois. Lestringant.
St-Étienne	Chevalier.
Toulon	Bastide. Rumèbe.
Toulouse	Gimet. Privat.
Tours	Boisselier. Péricat. Suppligeon.
Valenciennes	Giard. Lemaître.

On souscrit, à l'Étranger,

	chez Messieurs :
Amsterdam	Robbers. Feikema Caarchen et Cie.
Athènes	Wilberg.
Barcelone	Verdaguer. Piaget.
Berlin	Asher et Cie. Calvary et Cie. Friedlander et fils. Mayer et Müller.
Berne	Schmid, Francke et Cie.
Bologne	Zanichelli et Cie.
Bruxelles	Ramlot. Mayolez. Falk.
Bucharest	Haimann. Ranisteanu.
Budapest	Kilian.
Cambridge	Deighton, Bell et Co.
Christiania	Cammermeyer.
Constantinople	Lorentz et Keil.
Copenhague	Höst et fils.
Florence	Lœscher et Seeber.
Gand	Hoste.
Gênes	Beuf.
Genève	Cherbuliez. Georg. Stapelmohr.
La Haye	Belinfante frères.
Lausanne	Benda. Payot.
Leipzig	Barth. Brockhaus. Lorentz. Max Rube. Twietmeyer.
Liège	Brandt. Gnusé.
Londres	Dulau. Nutt.
Luxembourg	V. Bück.
Madrid	Fuentès et Capdeville. Librairie Gutenberg. Gonzalès e hijos. Yravedra. F. Fé.
Milan	Dumolard frères. Hœpli.
Moscou	Gautier.
Naples	Furcheim. Marghieri di Gius. Pellerano.
New-York	Christern. Westermann.
Odessa	Rousseau.
Oxford	Parker et Cie.
Palerme	Clausen.
Porto	Magalhaès.
Prague	Rivnac.
Rio-Janeiro	Garnier.
Rome	Bocca frères. Loescher et Cie.
Rotterdam	Kramers et fils.
Stockholm	Samson et Wallin.
St-Petersbourg	Librairie Française. Wolff.
Turin	Bocca frères. Brero. Clausen. Rosenberg et Sellier.
Varsovie	Gebethner et Wolff.
Verone	Drucker.
Vienne	Frick. Gerold et Cie.
Zürich	Meyer et Zeller.

TABLES GÉNÉRALES DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES :

Tomes **1er** à **31**. — (3 Août 1835 à 31 Décembre 1850.) Volume in-4°; 1853. Prix .... **15** fr.
Tomes **32** à **61**. — (1er Janvier 1851 à 31 Décembre 1865.) Volume in-4°; 1870. Prix .... **15** fr.
Tomes **62** à **91**. — (1er Janvier 1866 à 31 Décembre 1880.) Volume in-4°; 1889. Prix .... **15** fr.

SUPPLÉMENT AUX COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES :

Tome I : Mémoire sur quelques points de la Physiologie des Algues, par MM. A. Derbès et A.-J.-J. Solier. — Mémoire sur le Calcul des Perturbations qu'éprouvent les Comètes, par M. Hansen. — Mémoire sur le Pancréas et sur le rôle du suc pancréatique dans les phénomènes digestifs, particulièrement dans la digestion des matières grasses, par M. Claude Bernard. Volume in-4°, avec 32 planches; 1856 .... **15** fr.

Tome II : Mémoire sur les vers intestinaux, par M. P.-J. Van Beneden. — Essai d'une réponse à la question de Prix proposée en 1850 par l'Académie des Sciences pour le concours de 1853, et puis remise pour celui de 1856, savoir : « Étudier les lois de la distribution des corps organisés fossiles dans les différents terrains sédimentaires, suivant l'ordre de leur superposition. — Discuter la question de leur apparition ou de leur disparition successive ou simultanée. — Rechercher la nature » des rapports qui existent entre l'état actuel du règne organique et ses états antérieurs », par M. le Professeur Bronn. In-4°, avec 27 planches; 1861... **15** fr.

A la même Librairie les **Mémoires de l'Académie des Sciences**, et les **Mémoires présentés par divers Savants à l'Académie des Sciences.**

N° 10.

TABLE DES ARTICLES. (Séance du 10 mars 1890.)

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE

NOMINATIONS.

MÉMOIRES LUS.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

CORRESPONDANCE.

PARIS. — IMPRIMERIE GAUTHIER-VILLARS ET FILS,
Quai des Grands-Augustins, 55

1890

PREMIER SEMESTRE.

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES
DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

TOME CX.

N° 11 (17 Mars 1890).

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS ET FILS, IMPRIMEURS-LIBRAIRES
DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,
Quai des Grands-Augustins, 55

1890

RÈGLEMENT RELATIF AUX COMPTES RENDUS,

ADOPTÉ DANS LES SÉANCES DES 23 JUIN 1862 ET 24 MAI 1875.

Les *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie* se composent des extraits des travaux de ses Membres et de l'analyse des Mémoires ou Notes présentés par des savants étrangers à l'Académie.

Chaque cahier ou numéro des *Comptes rendus* a 48 pages ou 6 feuilles en moyenne.

26 numéros composent un volume.

Il y a deux volumes par année.

ARTICLE 1er. — *Impression des travaux de l'Académie.*

Les extraits des Mémoires présentés par un Membre ou par un Associé étranger de l'Académie comprennent au plus 6 pages par numéro.

Un Membre de l'Académie ne peut donner aux *Comptes rendus* plus de 50 pages par année.

Les communications verbales ne sont mentionnées dans les *Comptes rendus*, qu'autant qu'une rédaction écrite par leur auteur a été remise, séance tenante, aux Secrétaires.

Les Rapports ordinaires sont soumis à la même limite que les Mémoires; mais ils ne sont pas compris dans les 50 pages accordées à chaque Membre.

Les Rapports et Instructions demandés par le Gouvernement sont imprimés en entier.

Les extraits des Mémoires lus ou communiqués par les correspondants de l'Académie comprennent au plus 4 pages par numéro.

Un Correspondant de l'Académie ne peut donner plus de 32 pages par année.

Dans les *Comptes rendus*, on ne reproduit pas les discussions verbales qui s'élèvent dans le sein de l'Académie; cependant, si les Membres qui y ont pris part désirent qu'il en soit fait mention, ils doivent rédiger, séance tenante, des Notes sommaires, dont ils donnent lecture à l'Académie avant de les remettre au Bureau. L'impression de ces Notes ne préjudicie en rien aux droits qu'ont ces Membres de lire, dans les séances suivantes, des Notes ou Mémoires sur l'objet de leur discussion.

Les Programmes des prix proposés par l'Académie sont imprimés dans les *Comptes rendus*, mais les Rapports relatifs aux prix décernés ne le sont qu'autant que l'Académie l'aura décidé.

Les Notices ou Discours prononcés en séance publique ne font pas partie des *Comptes rendus*.

ARTICLE 2. — *Impression des travaux des Savants étrangers à l'Académie.*

Les Mémoires lus ou présentés par des personnes qui ne sont pas Membres ou Correspondants de l'Académie peuvent être l'objet d'une analyse ou d'un résumé qui ne dépasse pas 3 pages.

Les Membres qui présentent ces Mémoires sont tenus de les réduire au nombre de pages requis. Le Membre qui fait la présentation est toujours nommé; mais les Secrétaires ont le droit de réduire cet Extrait autant qu'ils le jugent convenable, comme ils le font pour les articles ordinaires de la correspondance officielle de l'Académie.

ARTICLE 3.

Le *bon à tirer* de chaque Membre doit être remis à l'imprimerie le mercredi au soir, ou, au plus tard, le jeudi à 10 heures du matin; faute d'être remis à temps, le titre seul du Mémoire est inséré dans le *Compte rendu* actuel, et l'extrait est renvoyé au *Compte rendu* suivant, et mis à la fin du cahier.

ARTICLE 4. — *Planches et tirage à part.*

Les *Comptes rendus* n'ont pas de planches.

Le tirage à part des articles est aux frais des auteurs; il n'y a d'exception que pour les Rapports et les Instructions demandés par le Gouvernement.

ARTICLE 5.

Tous les six mois, la Commission administrative fait un Rapport sur la situation des *Comptes rendus* après l'impression de chaque volume.

Les Secrétaires sont chargés de l'exécution du présent Règlement.

Les Savants étrangers à l'Académie qui désirent faire présenter leurs Mémoires par MM. les Secrétaires perpétuels sont priés de les déposer au Secrétariat au plus tard le Samedi qui précède la séance, avant 5h. Autrement la présentation sera remise à la séance suivante

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 17 MARS 1890,

PRÉSIDENCE DE M. HERMITE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le Secrétaire perpétuel annonce à l'Académie que le tome CVIII des *Comptes rendus* est en distribution au Secrétariat.

MÉCANIQUE CÉLESTE. — *Sur l'application des lois électrodynamiques au mouvement des planètes*. Note de M. Maurice Lévy.

« 1. Dans une Communication du 17 février dernier, M. Tisserand a montré que, si l'on appliquait la loi d'attraction électrodynamique de Gauss au mouvement des corps célestes, on rendrait compte, pour les trois quarts environ de sa valeur, de l'écart d'environ 38″ par siècle qui existe entre le mouvement du périhélie de Mercure, tel qu'il résulte des observations, et celui que le calcul permet d'attribuer à l'action des planètes. Ce

résultat serait d'ailleurs obtenu sans que la nouvelle loi troublât sensiblement l'accord que la loi newtonienne établit, pour les autres astres, entre la théorie et l'observation.

» Précédemment, dans une Communication du 30 septembre 1872, M. Tisserand avait montré que la formule de Weber, appliquée de même, ne rendait compte que des $\frac{3}{8}$ environ de l'écart qu'il s'agirait d'expliquer.

» Notre savant Confrère prend le soin d'ajouter qu'il se borne à constater ces faits, sans prétendre en conclure que la loi de Gauss soit la vraie.

» 2. Cette formule de Gauss, que le grand géomètre n'avait pas, de son vivant, jugée mûre pour la publicité, qui a été extraite de ses papiers posthumes, ne peut pas, je crois, être considérée comme une loi d'attraction universelle.

» Elle est contraire au principe de l'énergie, contraire aussi aux faits. On ne voit pas, en effet, comment elle pourrait expliquer l'induction entre courants de positions fixes et d'intensités variables, puisque, ne dépendant que des vitesses des points agissants et non de leurs accélérations, elle ne peut introduire dans les expressions qu'elle fournit pour les actions entre courants variables, que les courants eux-mêmes et non leurs dérivées par rapport au temps. Et, en effet, Gauss, dans les fragments qu'il a laissés, à ce sujet, ne l'a pas appliquée à ce phénomène. Il ne l'a appliquée qu'aux actions électrodynamiques, c'est-à-dire à des lois où les dérivées des courants n'interviennent pas.

» 3. Riemann a donné une loi qui, comme celle de Weber, est en accord à la fois avec le principe de l'énergie et avec les faits bien constatés en Électricité.

» De ces deux lois, il est possible d'en déduire une infinité d'autres qui possèdent les mêmes qualités et, parmi elles, il y en a une qui, appliquée aux corps célestes, fournit le mouvement du périhélie de Mercure avec telle approximation qu'on veut. C'est cette loi que je me propose d'indiquer, sans prétendre qu'elle soit plus vraisemblable que les autres, sans prétendre non plus que ce soit dans des lois de cette nature qu'il convient de chercher l'avenir de l'Électricité.

» Soient respectivement P_1 et P_2 les potentiels de Weber et de Riemann. Comme, appliqués à deux courants électriques fermés, ils donnent exactement les mêmes résultats, leur différence

$$P_2 - P_1$$

ne donnera d'effet d'aucune sorte entre deux pareils courants.

» Il en sera encore de même d'un potentiel égal au produit de cette différence par une constante numérique quelconque α.

» Donc le potentiel

$$(1)\qquad P = P_1 + \alpha(P_2 - P_1)$$

reproduit, aussi bien que ceux de Weber et de Riemann, tous les phénomènes électriques bien observés sur les courants, et cela quelle que soit la constante α.

» On peut donc se proposer de déterminer cette dernière de façon que l'attraction définie par ce même potentiel explique aussi le mouvement du périhélie de Mercure.

» On a

$$P_1 = \frac{fm\mu}{r}\left[1 - \frac{1}{h^2}\left(\frac{dr}{dt}\right)^2\right],$$

m et μ étant les masses attirantes; r leur distance à l'instant t; f le coefficient d'attraction et h une vitesse qu'on suppose voisine de celle de la lumière

$$P_2 = \frac{fm\mu}{r}\left(1 - \frac{1}{h^2}V^2\right),$$

en appelant V la vitesse relative des deux points en présence.

» Si l'on veut appliquer ces formules au mouvement héliocentrique de Mercure, il faut désigner par m la masse de la planète, par μ cette même masse augmentée de celle du Soleil.

» On aura

$$V^2 = \left(\frac{dr}{dt}\right)^2 + r^2\left(\frac{d\varpi}{dt}\right)^2,$$

en désignant par r et ϖ les coordonnées héliocentriques de la planète dans le plan de son orbite.

» Par suite,

$$(2)\qquad R = \alpha(P_2 - P_1) = -\frac{fm\mu\alpha}{h^2}r\left(\frac{d\varpi}{dt}\right)^2 = -mkr\varpi'^2,$$

en faisant

$$(3)\qquad k = \frac{f\mu\alpha}{h^2},\qquad \varpi' = \frac{d\varpi}{dt},$$

puis

$$(4)\qquad P = P_1 + R.$$

» Le potentiel de Weber P_1 donne une force perturbatrice dirigée suivant le rayon de l'astre. Son effet sur Mercure a été calculé par M. Tisserand.

» Il donne, pour le mouvement séculaire du périhélie, en négligeant le carré de l'excentricité,

$$(5) \qquad \delta\varpi_w = \frac{f\mu}{h^2 a} nt,$$

a étant la moyenne distance et n le moyen mouvement de l'astre.

» Je ne m'occupe donc que du terme complémentaire R.

» Il fournit deux forces perturbatrices, toutes deux situées dans le plan de l'orbite : l'une dirigée suivant le rayon de l'astre, l'autre perpendiculaire à ce rayon. Je les désignerai respectivement par $m\varphi_r$ et $\frac{m}{r}\varphi_w$.

» On aura alors

$$(6) \qquad \begin{cases} \varphi_r = -k w'^2 = -kn^2(1-e^2)\left(\frac{a}{r}\right)^4, \\ \varphi_w = 2k\frac{drw'}{dt} = 2k\frac{d\frac{na^2\sqrt{1-e^2}}{r}}{dt}, \end{cases}$$

et l'on peut, avec une approximation bien suffisante, évaluer cette dernière sans faire varier les éléments, en sorte que

$$(6\ bis) \qquad \varphi_w = 2kna\sqrt{1-e^2}\frac{d\frac{a}{r}}{dt} = 2kn^2a\sqrt{1-e^2}\frac{d\frac{a}{r}}{d\varsigma},$$

ς étant l'anomalie moyenne.

» Il est évident que le plan de l'orbite ne sera pas troublé, c'est-à-dire que son inclinaison et son nœud resteront invariables.

» Il suffit donc d'étudier les variations des quatre autres éléments de la planète

$$a,\ e,\ \varepsilon,\ \varpi,$$

dont les deux derniers représentent, comme de coutume, la longitude moyenne de l'époque et la longitude du périhélie. C'est cette dernière surtout qui est intéressante. Elle est donnée, d'après la théorie de la variation des constantes, par l'équation

$$(7) \qquad \frac{d\varpi}{dt} = -\frac{\sqrt{1-e^2}}{na^2e}\left(\varphi_r\frac{\partial r}{\partial e} + \varphi_w\frac{\partial w}{\partial e}\right)$$

ou

$$\frac{d\varpi}{dt} = -\frac{kn(1-e^2)}{ae}\left[\frac{\sqrt{1-e^2}}{3}\frac{\partial\left(\frac{a}{r}\right)^3}{\partial e} + 2\frac{d\frac{a}{r}}{d\varsigma}\frac{\partial w}{\partial e}\right]$$

ou, en négligeant le carré de l'excentricité,

$$(8) \qquad \frac{d\varpi}{dt} = -\frac{kn}{a}[\cos\varsigma + e(-1 + 5\cos 2\varsigma)],$$

soit pour le terme séculaire

$$\frac{d\varpi}{dt} = \frac{kn}{a} = \frac{f\mu\alpha}{k^2 a}n.$$

» Donc, en vertu de (5), la valeur complète du mouvement séculaire du périhélie est

$$(9) \qquad \delta\varpi = \frac{f\mu}{h^2 a}(1+\alpha)nt.$$

» La formule de Weber ne fournit que les $\frac{3}{8}$ environ de la valeur de $\delta\varpi$.

» La formule de Gauss en donne les $\frac{3}{4}$ environ, soit

$$\delta_g\varpi = \frac{2f\mu}{h^2 a}nt.$$

» On voit qu'on obtient le même résultat en faisant, dans (9), $\alpha = 1$, ce qui donne la formule de Riemann. Ainsi, cette dernière est aussi satisfaisante que celle de Gauss au point de vue de l'explication du mouvement du périhélie de Mercure, et elle s'accorde avec le principe de l'énergie et les faits électriques.

» Si l'on veut une formule qui explique complètement le mouvement du périhélie de Mercure, il faut prendre $\alpha > 1$. La valeur de $\delta\varpi$ pour un siècle est $\delta\varpi = 38''$. Celle que M. Tisserand a obtenue par la formule de Weber en prenant, pour h, la vitesse de la lumière étant de $14'',4$, celle donnée par notre formule sera

$$(1+\alpha)\times 14'',4.$$

» Pour qu'elle soit de $38''$, on devra prendre

$$\alpha = -1 + \frac{38}{14,4} = 1,63,$$

soit environ

$$\alpha = \frac{5}{3}.$$

» Il y a un terme périodique qui contient l'excentricité en dénominateur. Il peut, pour Mercure, atteindre au maximum $0'',03\alpha$, soit $0'',05$ pour $\alpha = \frac{5}{3}$, et n'a qu'une influence négligeable sur la variation des coordonnées des planètes.

» La longitude moyenne ε de l'époque contient aussi un terme séculaire :

$$\delta\varepsilon = -\frac{2f\mu\alpha}{h^2}nt.$$

» D'ailleurs, le terme relatif au potentiel de Weber n'y ajouterait rien dans la limite de notre approximation.

» Cette variation $\delta\varepsilon$ ne fait, comme on sait, que modifier légèrement la valeur théorique de la distance a.

» Quant aux éléments a et e, ils ne subissent que des perturbations périodiques.

» En résumé, le potentiel auquel nous sommes arrivé entre deux particules m et μ dont la distance à l'instant t serait r et dont la vitesse relative serait V est

$$(10) \qquad P = \frac{fm\mu}{r}\left\{1 - \frac{1}{h^2}\left[(1-\alpha)\left(\frac{dr}{dt}\right)^2 + \alpha V^2\right]\right\}.$$

» Pour $\alpha = 0$ (Weber), on explique les $\frac{3}{8}$ du mouvement du périhélie de Mercure non attribuable aux planètes; pour $\alpha = 1$ (Riemann), les $\frac{3}{4}$ de ce mouvement; pour $\alpha = \frac{5}{3}$, le mouvement à peu près véritable.

» Nous répétons que nous n'entendons tirer de ces résultats, que nous nous bornons à constater, aucune conséquence.

» Ajoutons, au point de vue purement électrique, que nous avons reconnu que le potentiel de la forme ci-dessus, le plus général possible, compatible avec les faits électriques connus est

$$(11) \qquad P = fm\mu\left[\frac{1}{r} - \frac{1}{2}\left(\frac{2}{h^2 r} + G'r\right)\left(\frac{dr}{dt}\right)^2 - \frac{1}{2}GV^2\right],$$

G étant une fonction arbitraire de r.

» Si l'on n'impose pas aux actions entre les deux points l'obligation de provenir d'un potentiel, mais seulement de reproduire les actions électrodynamiques et d'induction voulues entre courants fermés, elles comportent deux fonctions arbitraires de r que j'appelle G et K. Dans ce cas, l'action exercée par μ sur m peut se décomposer en trois forces : l'une F_r dirigée suivant r compté de μ vers m; la deuxième F_V suivant la vitesse V dans le

mouvement de m autour de μ; la troisième F_J suivant l'accélération J dans le même mouvement.

» Et l'on a

$$(12)\quad \begin{cases} \dfrac{F_r}{fm\mu} = \left(\dfrac{K''r}{2} - \dfrac{K'}{2} + G' + \dfrac{2}{h^2r^2}\right)\left(\dfrac{dr}{dt}\right)^2 \\ \qquad + \left(G'r + \dfrac{2}{h^2r}\right)\dfrac{d^2r}{dt^2} + \left(\dfrac{K'}{2} - G' - \dfrac{1}{h^2r^2}\right)V^2, \\ \dfrac{F_V}{fm\mu} = \left(K' - \dfrac{2}{h^2r^2}\right)V\dfrac{dr}{dt}, \\ \dfrac{F_J}{fm\mu} = G \times J. \end{cases}$$

» Pour que la force résultante provienne d'un potentiel, il suffit d'établir, entre les deux fonctions arbitraires, la relation

$$K = G - \frac{2}{h^2r}.$$

» Suivant qu'on y ajoute $G = 0$, ou $K = 0$, ou $G = \frac{2\alpha}{h^2r}$, on a la force de Weber, celle de Riemann ou celle provenant du potentiel plus général (10).

» Les formules que nous venons d'établir sont essentiellement distinctes de celles de Clausius et supposent, comme celles de Weber et de Riemann, qu'elles comprennent, comme cas particuliers, l'hypothèse de deux fluides. »

OPTIQUE. — *Sur le halo des lames épaisses, ou* halo photographique, *et les moyens de le faire disparaître*. Note de M. A. CORNU.

« Lorsqu'on prend l'image photographique d'un point lumineux très brillant sur une couche impressionnable fixée à une lame de verre, on obtient généralement autour de cette image une couronne plus ou moins intense, rappelant l'aspect du phénomène météorologique connu sous le nom de *halo* : aussi appelle-t-on cette image secondaire le *halo photographique*.

» Ce phénomène produit sur les épreuves artistiques l'effet le plus fâcheux; car il apparaît non seulement autour de l'image des points exceptionnellement brillants, mais encore autour de toutes les plages fortement éclairées : aussi a-t-on cherché depuis longtemps à faire disparaître un phénomène si gênant. Il semble toutefois que les remèdes proposés jus-

qu'ici ne soient pas très efficaces, car il n'est guère de Recueil photographique qui ne donne chaque année plusieurs recettes nouvelles destinées à combattre le halo.

» Le rôle, chaque jour plus important, que joue la Photographie dans les Sciences d'observation, et particulièrement en Astronomie physique, m'a paru exiger l'examen détaillé de ce phénomène qui ne tend rien moins qu'à fausser par des effets secondaires des images qui passent pour être l'expression la plus fidèle de la réalité : je me suis donc proposé d'étudier les conditions dans lesquelles il se produit, afin de trouver un moyen certain de l'éviter.

» *Observation directe du halo.* — Mon premier soin a été de chercher à rendre le phénomène directement visible à l'œil, sans compliquer l'observation d'une manipulation photographique : il suffit pour cela de déposer à la surface d'une lame de verre une couche mince d'une substance *diffusante* quelconque en *contact intime* avec cette surface et d'y projeter un faisceau lumineux étroit et intense. On aperçoit alors autour de la trace du faisceau le halo en question sous forme d'un cercle lumineux net au bord intérieur, dégradé vers l'extérieur.

» Quant à la couche diffusante, on l'obtient par les procédés les plus divers : on peut d'abord utiliser les plaques photographiques soit à la gélatine, soit au collodion sec, qui peuvent servir longtemps à la lumière sans noircir; si l'on veut une couche inaltérable, on peut prendre un verre émaillé : à défaut de ce verre, on étendra sur une vitre soit une émulsion gélatineuse au sulfate de baryte, soit une feuille de papier mouillé; enfin on obtient un enduit excellent, applicable sur toute lame transparente, en étendant au pinceau du blanc de plomb (blanc d'aquarelle ou de gouache) délayé dans l'eau gommée épaisse.

» Voici les principaux résultats qu'on observe :

» 1° La formation du halo est indépendante du dispositif optique avec lequel on éclaire la couche diffusante : lentille simple, objectif composé, miroir concave, carton percé d'un trou, etc., tous ces dispositifs réussissent également bien, pourvu que le point lumineux formé soit très intense.

» 2° La forme circulaire et le diamètre du halo sont, avec une lame diffusante donnée, indépendants de l'obliquité de la lame relativement à l'axe du faisceau éclairant; l'enduit diffusant peut être indifféremment tourné vers la source ou du côté opposé : le phénomène s'observe à la fois sur l'une et l'autre face de l'enduit.

» 3° Le diamètre du halo est proportionnel à l'épaisseur de la lame de

verre : il est un peu moindre que le quadruple de l'épaisseur de cette lame. (L'épaisseur du support transparent ([1]) de la couche diffusante jouant un rôle principal et indépendant de l'impression photographique, je propose de donner à ce phénomène le nom de *halo des lames épaisses*.)

» 4° Contrairement à ce qu'on observe dans le halo solaire, où le bord intérieur est rouge, le halo des lames épaisses est bordé intérieurement de bleu : l'observation exige, pour être bien nette, une lame de grande épaisseur (10^{mm} à 20^{mm}) et un point lumineux très petit.

» 5° Le faisceau lumineux restant le même, l'éclat des halos observés avec des lames d'épaisseur différentes décroît rapidement lorsque leur diamètre grandit : les halos étroits des lames peu épaisses (1^{mm}) sont très brillants ; ceux des lames de grande épaisseur sont larges et pâles, toutes choses égales d'ailleurs.

» *Explication du phénomène.* — Le point illuminé O (*fig.* 1) de la couche diffusante OCHN, en contact intime avec le verre, joue le rôle d'une véri-

Fig. 1.

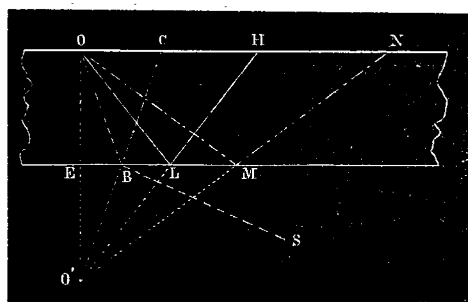


table source lumineuse rayonnant dans tous les sens ; tous les rayons émis à l'intérieur de la lame en atteignent la seconde surface EBLM et s'y réfléchissent : les uns, tels que OB, par *réflexion vitreuse ;* les autres, tels que OM, par *réflexion totale*. Les premiers OB, compris entre la normale OE et l'angle limite EOL, donnent naissance à des rayons réfléchis peu intenses BC, parce qu'ils correspondent à des rayons émergents BS qui emportent la majeure partie de l'intensité lumineuse ; les autres, au con-

([1]) Le support transparent peut être autre que le verre, comme on le verra plus loin : ainsi l'on emploie maintenant des *plaques souples*, où l'émulsion photographique est déposée sur gélatine ; ces plaques, quoique très minces, donnent aussi des halos difficilement perceptibles sur le cliché, mais qu'on observe directement avec facilité ; leur diamètre correspond exactement à leur *épaisseur optique*.

traire, comme OM, situés au delà de l'angle limite, fournissent des rayons réfléchis très brillants, la réflexion totale ne leur faisant rien perdre de leur intensité ([1]).

» Tous ces rayons réfléchis viennent éclairer la face interne de la couche diffusante et y produisent deux plages contiguës, d'inégal éclat, dont il est facile de tracer la limite. En effet, ces rayons émanent tous du point O', image virtuelle de la source, symétrique du point O par rapport à la surface de la lame : les rayons réfléchis vitreusement sont compris dans le cône de révolution autour de la normale O'E, ayant pour sommet O' et pour demi-angle au sommet l'angle limite EO'L = EOL : ils donnent une plage peu éclairée, limitée au cercle, section droite de ce cône par le plan diffusant. Les rayons réfléchis totalement situés à l'extérieur de ce cône formeront une plage brillante commençant brusquement au même cercle et illimitée à l'extérieur. On reconnaît le halo décrit ci-dessus.

» La diffusion au point O ayant lieu quelle que soit la direction du faisceau éclairant, on voit que le phénomène doit être, comme forme, sinon comme intensité, indépendant de l'obliquité de la lame sur le faisceau incident : c'est ce que montre l'expérience.

» Le demi-diamètre $\rho = \mathrm{OH}$ du halo est celui du cercle de base du cône précité. Soit $\mathrm{R} = \mathrm{OO'L}$ l'angle limite (tel que $n \sin \mathrm{R} = 1$, n étant l'indice de réfraction de l'air au verre), on a évidemment, en appelant e l'épaisseur de la lame

$$\rho = 2e \operatorname{tang} \mathrm{R} \qquad \text{ou} \qquad \rho = \frac{2e}{\sqrt{n^2 - 1}}.$$

» Le diamètre du halo est donc proportionnel à l'épaisseur de la lame : il diminue avec la réfrangibilité de la lumière employée, puisque n grandit avec elle : le bord intérieur doit donc être bleu. L'indice moyen du verre étant voisin de $n = \frac{3}{2}$, on en tire $2\rho = e.8 : \sqrt{5} = 3,578e$; le diamètre moyen du halo est donc un peu moindre que le quadruple de l'épaisseur de la lame : tous ces résultats sont conformes à l'expérience.

» La dégradation de l'intensité lumineuse du halo vers l'extérieur s'explique aisément : l'éclairement en un point N, de plus en plus éloigné du

---

([1]) On voit la nécessité du contact intime de la couche diffusante avec la surface du verre, dont elle doit, en quelque sorte, faire partie optiquement : si les particules diffusantes étaient séparées de cette surface par une couche d'air, si mince qu'elle fût, les rayons transmis à l'intérieur du verre resteraient compris dans l'angle limite EOL et ne pourraient pas le dépasser.

centre O, décroît rapidement pour deux motifs : la source virtuelle O′ est à une distance de plus en plus grande et les rayons qui en arrivent sont de plus en plus obliques sur le plan diffusant ON.

» D'autre part, on établit aisément la loi qui lie l'intensité des halos avec leur diamètre : considérons deux lames de même verre, d'épaisseur différente, éclairées par des faisceaux identiques; appelons *points homologues* N, N_1 les points correspondant à des rayons réfléchis, également inclinés sur la normale EO′, $E_1O'_1$: ces points seront à des distances O′N, O'_1N_1 de leurs sources respectives, proportionnelles à l'épaisseur de la lame; les intensités aux points homologues seront donc en raison inverse du carré de ces épaisseurs ou du carré du diamètre des halos : telle est la cause de l'affaiblissement rapide de l'éclat des halos avec l'accroissement de leur diamètre.

» *Expériences directes de vérification.* — *a.* L'analyse précédente fait prévoir :

» 1° Que le demi-diamètre EL de la base du cône des rayons susceptibles d'émerger est moitié de celui du halo ;

» 2° Qu'avec la lumière blanche, la bordure de ce cercle doit être complémentaire de celle du halo, c'est-à-dire offrir une teinte rouge.

» C'est ce qu'on vérifie en saupoudrant d'une poussière légère la seconde face de la lame qui s'illumine alors sur une surface présentant la forme circulaire, le bord rouge et le diamètre prévus.

» *b.* Le halo est la section droite du cône de l'angle limite : cette section est circulaire, parce que l'axe de révolution OO′, normal au plan réfléchissant, est aussi normal au plan diffusant, les deux faces de la lame étant parallèles; mais, si les deux faces sont inclinées l'une sur l'autre, l'axe du cône de révolution, toujours normal au plan réfléchissant, s'incline du même angle : le halo devient alors une section oblique de ce cône : de *cercle concentrique* qu'il était dans le premier cas, il devient *ellipse excentrique*.

» C'est ce qu'on observe avec un prisme de verre de 12° à 15° d'angle au sommet, dont une face est rendue diffusante. L'expérience est plus instructive en collant ce prisme avec une goutte d'eau (1) derrière une lame parallèle dont la face extérieure est diffusante. On observe alors :

---

(1) Si le milieu extérieur, au lieu d'être l'air, dont l'indice est 1, est un fluide d'indice n', l'indice relatif devient $n : n'$ et le demi-diamètre du halo a pour valeur

$$\rho = \frac{2en'}{\sqrt{n^2 - n'^2}}.$$

On en conclut que le diamètre du halo grandit à mesure que l'indice extérieur n' croît de 1 à n : lorsque l'égalité est atteinte, le halo devient infiniment grand, par suite infiniment pâle et disparaît. La valeur imaginaire pour $n' > n$ correspond à l'impossibilité de la réflexion totale.

» 1° Un halo circulaire concentrique produit par réflexion totale (verre sur eau) sur la face mouillée de la lame;

» 2° Le halo elliptique excentrique dû à la réflexion totale (verre sur air) sur la face extérieure du prisme;

» 3° Un arc d'un second halo elliptique excentrique provenant de réflexions multiples faciles à analyser.

» Le phénomène se réduit au premier halo elliptique, si l'on remplace l'eau par un mélange d'essences (térébenthine, girofle, canelle) ayant le même indice que la lame et le prisme.

» *c*. La vérification simultanée du diamètre et de l'intensité correspondante des halos avec l'épaisseur de la lame s'obtient en collant avec une essence convenable derrière la lame diffusante un fragment de la même lame. Si l'on dirige le faisceau sur la ligne de séparation des régions d'épaisseur différente, on obtient deux demi-halos, situés de part et d'autre de cette ligne : le plus petit étant le plus brillant, le plus grand le plus pâle. Le mica et le gypse, par leur facile clivage, permettent d'autres formes de la même vérification.

» *d*. On peut varier à l'infini les vérifications indirectes : je me bornerai à citer deux séries d'expériences curieuses : l'une qui consiste à graver sur la face non diffusante d'une lame de verre des divisions ou des dessins qui portent une ombre de dimensions doubles sur la plage illuminée de l'extérieur du halo; l'autre qui consiste à coller avec un liquide approprié derrière une lame diffusante une lame de spath d'Islande ou d'azotate de soude : la réflexion totale donne un double halo assez complexe correspondant aux rayons doublement réfractés; on y reconnaît des arcs de cercle et d'ellipse discontinus qui se réduisent à deux cercles concentriques, si le cristal est taillé perpendiculairement à l'axe.

» La justesse de l'explication proposée est donc surabondamment démontrée; on peut d'ailleurs conserver l'image exacte de tous les phénomènes ci-dessus décrits et effectuer à loisir les vérifications quantitatives, en opérant avec des plaques photographiques au lieu de lames simplement diffusantes : j'ai l'honneur de présenter à l'Académie une collection de ces clichés.

» *Moyens d'atténuer et de faire disparaître le halo photographique.* — Dans un grand nombre de cas, on atténuerait le halo d'une manière satisfaisante en employant comme support de la couche impressionnable des lames suffisamment épaisses. Mais le véritable remède ressort de l'étude précédente : il consiste à empêcher le retour à la surface sensible des rayons provenant non seulement de la réflexion totale, mais même de la réflexion vitreuse. Le moyen le plus simple d'y parvenir est, d'abord d'annuler le pouvoir réfléchissant de la seconde surface par le contact intime d'une substance de même indice; en second lieu, d'éteindre les rayons transmis à cette substance, en lui donnant un pouvoir absorbant suffisant pour empêcher que la réflexion ne se produise à la face d'émergence.

On est donc conduit à enduire le revers des plaques photographiques d'un vernis opaque convenable, moyen déjà préconisé plusieurs fois. Comment se fait-il que cet artifice ait été considéré jusqu'ici comme insuffisant? C'est qu'on n'a pas signalé la condition essentielle qui en assure l'efficacité, à savoir l'*égalité des indices* de réfraction : toute différence notable d'indice, par excès aussi bien que par défaut, maintient la réflexion appelée ci-dessus *vitreuse*, quelle que soit l'opacité de l'enduit : c'est cette réflexion qui produit, sinon les halos circulaires, du moins ces nébulosités si gênantes autour des objets vivement éclairés.

» Comme preuve de l'efficacité de cette condition, je mets sous les yeux de l'Académie des clichés offrant sur la même plaque deux images du même point brillant obtenues successivement avec la même durée d'exposition. Celle du haut offre un halo extrêmement intense, celle du bas en est absolument dépourvue : pour obtenir ce résultat, chacune de ces plaques (gélatine ou collodion) avait été enduite par derrière, sur sa moitié inférieure, d'une pâte formée de noir de fumée et d'un mélange d'essences [1] ayant exactement le même indice que le verre. Cet enduit a suffi pour empêcher toute trace de halo. L'expérience sous cette forme est tout à fait décisive : elle permet de conclure que le problème de l'annulation du halo photographique est définitivement résolu. »

---

(1) Ce mélange d'essence de girofle ($n = 1,520$) et d'essence de canelle ($n = 1,610$) est très commode pour les opérations de laboratoire; il a l'avantage de ne pas sécher; on étend la pâte avec un pinceau sur le revers de la plaque, au moment de l'employer, et on l'essuie avant le développement.

Pour obtenir un mélange ayant l'indice d'un verre donné, on détache au diamant une bande de ce verre qu'on doucit au besoin sur les tranches, de manière à obtenir une baguette à quatre arêtes réfringentes : on plonge cette baguette dans le mélange contenu dans une cuve à faces parallèles, et l'on observe le sens de la déviation d'une ligne brillante à travers un angle réfringent; si l'on part du liquide ayant l'indice plus faible que celui du verre et qu'on ajoute progressivement le liquide ou la substance plus réfringente, on diminue, puis finalement on annule cette déviation : l'égalité d'indice est alors atteinte. L'emploi d'une lumière monochromatique et l'utilisation simultanée de deux angles réfringents opposés facilite beaucoup le réglage.

Je me propose de faire connaître ultérieurement un vernis ayant, *après dessiccation*, le même indice que le verre à vitre ordinairement employé; on pourra ainsi préparer à l'avance l'enduit noir *sec* des plaques photographiques destinées à servir loin du laboratoire obscur.

CHIMIE AGRICOLE. — *Observations sur les réactions entre la terre végétale et l'ammoniaque atmosphérique*; par M. **Berthelot**.

« L'atmosphère contient une trace d'ammoniaque, 1 milligramme environ, à Paris, pour 50 000 litres d'air ([1]); la terre, d'autre part, émet de l'ammoniaque incessamment ([2]), ou tout au moins dans un grand nombre de circonstances, et elle possède aussi la propriété d'en absorber ([3]). Cette double faculté d'émission et d'absorption détermine des échanges entre la terre végétale et l'air atmosphérique, échanges qui résultent de diverses réactions complexes et mal connues, d'ordre physique, chimique et microbiologique, en vertu desquelles la terre peut, en principe comme en fait, tantôt céder de l'ammoniaque à l'air, tantôt lui en emprunter. Quoiqu'il n'existe entre la plupart de ces réactions aucune condition nécessaire de réversibilité, qui les fasse tendre vers une tension fixe, ou déterminable à l'avance, les deux phénomènes contraires n'en sont pas moins faciles à provoquer avec une même terre, suivant les conditions dans lesquelles se place l'expérimentateur.

» C'est ce qui est exposé avec précision dans l'*Agronomie* de Boussingault, par un Mémoire de M. Brustlein (t. II, p. 152 à 168; 1861). D'après ses expériences, on comprend comment on peut, en exagérant ou en restreignant pour l'air les conditions de volume relatif, de dose d'ammoniaque, de renouvellement et de vitesse des courants gazeux; ou bien encore, pour une terre donnée, les conditions de surface, d'épaisseur, d'ameublissement, d'humidité, de décomposition chimique proprement dite, ou microbienne; on peut, dis-je, à volonté faire absorber à cette terre la presque totalité de l'ammoniaque contenue dans une atmosphère déterminée, ou bien lui faire perdre au contraire une partie de son azote sous la forme de cette même ammoniaque.

» Ces faits étant acquis, tous les résultats intermédiaires et même contraires sont réalisables par des expériences systématiquement dirigées, mais sans être applicables à autre chose qu'aux circonstances spéciales de l'ob-

---

([1]) Schlœsing, *Contribution à l'étude de la Chimie agricole*, p. 39.

([2]) *Voir*, entre autres, Berthelot et André, *Annales de Chimie et de Physique*, 6e série, t. XI, p. 375.

([3]) Expériences de Way, Henneberg et Stohmann, Liebig, Boussingault, Brustlein, Schlœsing, etc.

servation; circonstances susceptibles parfois d'être retrouvées çà et là et par accident, en divers moments et sur différents points du globe terrestre.

» C'est dans des conditions intermédiaires de cette espèce, disposées avec beaucoup de sagacité pour augmenter un certain ordre d'effets naturels dans un sens déterminé, que s'est placé M. Schlœsing, ainsi qu'il le reconnaît d'ailleurs, en appliquant à ses nombres un coefficient de réduction uniforme, uniformité qui ne se retrouve pas dans les phénomènes naturels.

» Disons en outre que ce coefficient est évalué d'après un principe difficile à accepter, celui de l'identification de l'action d'une surface liquide d'acide sulfurique étendu, à l'action d'une surface terreuse : or la surface liquide d'acide sulfurique absorbe le gaz ammoniac, mélangé à l'air en faible proportion, par une combinaison simple, immédiate, non réversible; tandis qu'une surface terreuse est le siège de réactions compliquées et de signe contraire, susceptibles, je le répète, les unes d'émettre de l'ammoniaque dans l'atmosphère, les autres d'en absorber. Ces réactions opposées et de vitesse inégale peuvent s'exercer simultanément en différents points de la même terre, parce qu'elles sont pour la plupart indépendantes les unes des autres, et que les différentes portions d'une masse terreuse ne sont ni solidaires, ni placées toutes dans des conditions pareilles. Enfin certaines de ces actions, telles que l'absorption par l'eau, ou par des surfaces poreuses, sont réversibles; tandis que d'autres, les réactions microbiennes notamment qui produisent les nitrates, ou qui président aux fermentations ammoniacales et autres causes biologiques d'émission incessante d'ammoniaque par la terre, sont lentes et non réversibles. On ne saurait dès lors conclure en aucune façon de l'action de l'acide sulfurique à celle de la terre.

» Il admet en outre cette autre hypothèse que les absorptions d'azote, constatées dans les conditions spéciales où il s'est placé, sont dues uniquement à l'action de l'ammoniaque atmosphérique; mais sans en donner la seule preuve décisive, je veux dire la preuve directe, fondée sur la mesure exacte de la perte d'ammoniaque éprouvée par l'air dirigé à travers le canal où il a placé ses terres.

» Toutes ces hypothèses fussent-elles acceptées, on n'aboutirait qu'à reconnaître des fixations d'ammoniaque faibles après tout, et observées dans des conditions qui n'existent pas en général sur les sols naturels. Ces fixations, observables peut-être en quelques endroits, sont susceptibles d'être compensées par les exhalaisons développées en d'autres lieux; sans que l'on soit autorisé à faire d'une manière universelle, et par un simple calcul

algébrique, l'application d'aucun de ces résultats particuliers, à l'exclusion des autres, à l'ensemble des sols naturels et de la végétation. Tout ce que l'on peut dire, c'est que la plupart des savants qui se sont occupés de ces difficiles problèmes s'accordent à regarder l'influence de l'ammoniaque atmosphérique dans la fixation de l'azote terrestre sur les plantes comme extrêmement minime, sinon même douteuse; cette ammoniaque atmosphérique paraissant tirer, au contraire, sa source principale de la décomposition des matières organiques azotées, dérivées de celles qui ont pris naissance tout d'abord dans les végétaux eux-mêmes. »

CHIMIE. — *Recherches sur quelques phénomènes qui se produisent pendant la condensation des gaz carburés sous l'influence de l'effluve;* par M. **P. Schutzenberger.**

« Mon attention a été accidentellement éveillée sur certaines anomalies observées dans la condensation des gaz carburés, tels que l'oxyde de carbone, l'acétylène, le cyanogène, l'éthylène, sous l'influence de l'effluve. J'ai cherché à me rendre compte de la cause de ces anomalies : c'est le résultat des expériences dirigées dans cette voie que j'ai l'honneur de soumettre à l'Académie des Sciences.

» Je ne parlerai ici que de l'oxyde de carbone, qui permet de mieux analyser les phénomènes. On sait, d'après les expériences de MM. Brodie et Berthelot, que l'oxyde de carbone sec se condense sous l'influence de l'effluve, en donnant de l'acide carbonique et un composé solide, brun, soluble dans l'eau et l'alcool, à réaction acide, que l'on envisage comme un sous-oxyde de carbone, répondant soit à la formule C^4O^3 (Brodie), soit à la formule C^5O^4 (Berthelot). La composition de ce corps, qui est, en effet, variable suivant les conditions de l'expérience (j'ai nettement observé qu'il se formait au moins deux corps distincts, dont l'un est brun et l'autre blanc), n'a été établie que par la comparaison entre le volume d'oxyde de carbone disparu et le volume d'acide carbonique formé. Mes propres déterminations, faites de cette manière, m'ont tantôt conduit à des nombres cadrant avec la formule de M. Brodie (C^4O^3), tantôt à des nombres conduisant à celle de M. Berthelot, mais le plus souvent à des nombres intermédiaires.

» L'analyse élémentaire directe du composé brun, faite en employant les précautions *nécessaires* pour éviter l'intervention de l'humidité de l'air, après cessation de l'effluve, montre que le phénomène est plus complexe qu'on ne l'avait admis jusqu'à présent et qu'il ne s'agit pas uniquement

de l'oxydation d'une partie de l'oxyde de carbone aux dépens d'une autre partie.

» Le corps condensé renferme toujours de l'hydrogène en proportions très appréciables (1,5 à 2 pour 100), et cela quelles que soient les précautions employées pour dessécher le gaz oxyde de carbone employé et le tube à effluve où s'opère la condensation.

» Les expériences ont été faites avec le tube à effluve simple, système de Wilde et Berthelot, plongeant par son extrémité ouverte dans une cuve à mercure et muni d'armatures à eau acidulée.

» Ce résultat m'a conduit à l'hypothèse de la possibilité du passage de l'eau à travers le verre, sous l'influence du flux électrique à forte tension fourni par la bobine de Ruhmkorff.

» Pour établir la pénétrabilité du verre dans ces conditions, j'ai disposé un appareil permettant d'analyser la réaction aussi complètement que possible.

» Le tube à effluve est terminé à sa partie ouverte inférieure par un tube plus étroit que l'on relie à la boule fixe d'une espèce de pompe à mercure; entre deux se trouvent : 1° un tube pesé d'avance, rempli de ponce phosphorique; 2° un tube également pesé, contenant de la ponce potassique presque sèche, placée entre deux colonnes desséchantes de ponce phosphorique. Un robinet à trois voies met le système en communication avec une pompe à mercure d'Alvergniat, disposée de façon à permettre à volonté, soit l'évacuation des gaz contenus dans le système, soit l'introduction du gaz sec sur lequel on veut opérer.

» Les diverses parties de l'appareil sont reliées entre elles par des tubes semi-capillaires en cuivre rouge, munis de douilles plus larges, en métal, dans lesquelles les extrémités des divers tubes sont fixées au mastic Golaz.

» Le tube à effluve, bien séché, est pesé au milligramme et, après adaptation du manchon externe destiné à maintenir l'eau acidulée de l'armature externe, il est fixé au tube à ponce phosphorique qui se relie au tube à ponce potassique; vient ensuite le robinet à trois voies qui se soude par sa seconde branche à la boule fixe de la première pompe à mercure et, d'autre part, à la pompe à mercure ordinaire n° 2. Toutes les pièces ont été séchées d'avance avec beaucoup de soin.

» Après avoir évacué complètement l'air et constaté que l'appareil tient le vide d'une façon absolue pendant vingt-quatre heures, on introduit de l'oxyde de carbone sec qu'on élimine deux ou trois fois. Finalement, on remplit avec de l'oxyde de carbone sec dont le volume est donné par la

capacité de la boule fixe jusqu'à un trait et par la mesure de l'air évacué par la pompe, correspondant au tube à effluve et aux tubes réactifs.

» On fait passer l'effluve jusqu'à disparition du gaz contenu dans la boule fixe, entre deux traits de jauge tracés sur les tubes semi-capillaires disposés au-dessus et au-dessous d'elle. Ce volume, dans mes expériences, correspondait à 235cc.

» Pour arriver à ce résultat, il est nécessaire de renouveler, au moins d'heure en d'heure, le gaz contenu dans le tube à effluve, en élevant et abaissant plusieurs fois de suite la boule mobile de la pompe qui fait partie du système. En effet, lorsqu'il s'est accumulé dans le gaz oxyde de carbone une proportion d'acide carbonique d'à peu près 10 pour 100 en volumes, la condensation s'arrête absolument, et le seul effet observé est un déplacement du dépôt brun d'abord uniformément répandu sur les surfaces actives.

» Ce dépôt se réunit peu à peu à la partie supérieure du tube, tandis que les parties inférieures se nettoient complètement, sauf un anneau formé par une substance blanche.

» Le phénomène est donc limité, à moins qu'on ne fasse disparaître les produits gazeux de la réaction.

» Grâce à la manœuvre de la pompe, la vapeur d'eau est absorbée par le tube à ponce phosphorique, l'acide carbonique par le tube à ponce potassique, et la condensation peut être poussée jusqu'au bout, c'est-à-dire jusqu'à la disparition totale de l'oxyde de carbone introduit. Je m'arrêtais généralement lorsqu'il ne restait plus que le gaz nécessaire pour remplir le tube à effluve et les tubes réactifs.

» Le volume de celui-ci, évacué par la pompe n° 2, était déduit du volume total employé.

» Le temps nécessaire pour condenser environ 250cc varie beaucoup, du simple au double, lorsqu'on change le tube à effluve, les autres conditions restant les mêmes.

» En opérant, au contraire, avec le même tube, les durées de deux expériences sont sensiblement égales.

» D'autre part, avec des tubes à effluve distincts et des durées très différentes, les résultats numériques obtenus restent à peu près constants.

» Voici ces résultats :

» Les diverses pièces de l'appareil sont séparées avec soin, après évacuation du gaz resté et substitution d'air sec.

» On pèse le tube à effluve avec le produit condensé qui y adhère; on pèse le tube à ponce phosphorique et le tube à ponce potassique.

» Le tube à effluve, coupé au-dessus et au-dessous de la partie couverte de matière brune, est immédiatement pesé, à l'abri de l'humidité, et introduit enveloppé d'une feuille de platine dans l'extrémité postérieure d'un gros tube à combustion, contenant de l'oxyde de cuivre, et préalablement bien séché à chaud par un courant d'oxygène séché sur l'anhydride phosphorique. On a ainsi la composition élémentaire du produit.

» Je donne, en résumé, les nombres trouvés dans une expérience concordant avec beaucoup d'autres :

Volume de CO condensé et disparu, à 0° et 760mm	233cc
Poids calculé » »	0gr,2922
Augmentation du poids du tube à effluve	0gr,208
» à ponce phosphorique (eau).	0gr,027
» à ponce potassique (CO^2)	0gr,103
Somme des trois poids	0gr,338
Différence entre la somme des poids trouvés (produit solide, eau, acide carbonique) et le poids de l'oxyde de carbone utilisé	0gr,046

» Le gaz résidu non utilisé est entièrement absorbable par le chlorure cuivreux en solution chlorhydrique, c'est de l'oxyde de carbone pur; il ne s'est donc pas introduit d'air pendant les deux à trois jours exigés pour la condensation.

» Le produit brun a donné, pour 0gr,208 de matière,

	CO^2	0,3480
	Eau	0,0114
soit		
	Carbone	0,0949
	Hydrogène	0,0013
	Oxygène	0,1118
et, en centièmes,		
	Carbone	45,6
	Hydrogène	0,6
	Oxygène	53,8

nombres qui sont intermédiaires entre ceux qu'exigeraient les deux formules $C^{12}H^2O^{10}$ et $C^{12}H^2O^{11}$.

» L'excès de poids trouvé, et qui ne peut être attribué qu'à de la matière introduite du dehors par le flux électrique, se compose de :

Hydrogène	0gr,004
Oxygène	0gr,042

» Il y a donc à la fois introduction d'eau et d'oxygène.

» Il est à remarquer que l'oxygène de l'acide carbonique formé, en excès par rapport à CO, est égal à celui qui correspond à l'hydrogène trouvé, à 5^{mgr} près.

» Si l'on ajoute l'eau trouvée, 0,027, à la matière brune solide, on arrive à une formule de la forme $(CO)^n H^n$:

	Pour 100.
Carbone	40,3
Hydrogène	1,8
Oxygène	57,9

avec un léger excès d'oxygène.

» En remplaçant l'eau acidulée par du mercure sec, la condensation se fait avec une extrême lenteur et exige quarante-huit heures au moins pour 230^{cc}.

» On a trouvé dans ce cas :

	gr
Gaz disparu, 244^{cc} pesant	0,3059
Produit solide condensé	0,212
Eau	0,009
Acide carbonique	0,097
Somme	0,318
Excès	0,012

» Le produit renferme :

Carbone	46,4
Hydrogène	0,9
Oxygène	52,7

et répond à la formule $C^6 H^2 O^5$.

» Enfin avec des armatures métalliques enveloppées par un manchon tenant le vide et rempli d'air sec, on n'a pas pu constater, après deux jours d'effluve, une absorption de plus de 28^{cc}. La présence de petites quantités d'eau paraît indispensable pour la formation du produit brun acide.

» Il résulte de ces faits et de beaucoup d'autres analogues que je développerai dans un Mémoire plus étendu, que l'électricité apporte du dehors, à travers le verre, des corps matériels tels que l'eau et l'oxygène.

» Dans les expériences précédentes, le poids total du carbone trouvé sous forme de produit condensé et d'acide carbonique est de 8^{mgr} à 10^{mgr} plus faible que le poids du carbone de l'oxyde disparu. On peut en conclure que le flux électrique entraîne aussi de la matière de dedans en dehors.

» Le poids du tube à effluve n'est nullement modifié après l'expérience.

» Les produits solides obtenus par la condensation de l'acétylène et du cyanogène, sous l'influence de l'effluve, sont toujours souillés, et dans des proportions analogues, par de l'oxygène et de l'hydrogène venus du dehors, à moins qu'on ne fasse usage d'armatures métalliques, en enveloppant le tube à effluve d'un manchon en verre, tenant le vide et contenant le gaz même sur lequel on opère. »

M. **Boussinesq** offre à l'Académie un exemplaire d'une dernière œuvre posthume de M. de Saint-Venant, qui vient de paraître dans le LIXe Cahier du *Journal de l'École Polytechnique,* par les soins et avec un texte explicatif de M. Flamant; elle a pour titre : *Courbes représentatives du choc longitudinal et du choc transversal d'une barre prismatique.* M. Boussinesq ajoute :

« Cette œuvre consiste en planches et en calculs sur le choc longitudinal d'une barre élastique droite, fixée par une de ses extrémités, heurtée à l'autre par un corps massif que l'on suppose ne plus s'en séparer, et sur le choc transversal d'une pareille barre, appuyée aux deux bouts, mais heurtée en son milieu par une masse étrangère qui lui reste de même unie. Ces deux questions capitales de *Résistance vive* y sont traitées par la méthode de Fourier, c'est-à-dire par des développements en séries de solutions simples procédant suivant les racines, incommensurables entre elles, de certaines équations transcendantes. De telles séries n'ont été que bien rarement, à ma connaissance, l'objet des laborieux calculs numériques nécessaires pour arriver par leur moyen à une détermination précise des diverses circonstances d'un phénomène. Aussi, malgré l'emploi de procédés graphiques qui abrégeaient considérablement sa tâche, M. de Saint-Venant, pour la mener à bonne fin, n'a-t-il pas dû avoir trop de toute la persévérance au travail, si exceptionnelle, dont il était doué.

» Des intégrations sous forme finie, effectuées depuis pour la question du choc longitudinal, mais non, malheureusement, pour celle du choc transversal, ont permis de contrôler une partie des résultats obtenus. Elles en ont confirmé la suffisante exactitude, pour ce qui concerne les déplacements sucessifs des divers points de la barre heurtée, dont le calcul ne suppose pas la différentiation des séries. Quant aux déformations éprouvées, dont l'évaluation directe par les séries entraînerait, au con-

traire, la différentiation de celles-ci et une énorme diminution de leur convergence, les intégrations finies n'ont guère que complété, tout en les rectifiant parfois, les indications fournies par les courbes de M. de Saint-Venant. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Correspondant, pour la Section de Physique, en remplacement de M. *Joule*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 45,

M. Louis Soret obtient.	41	suffrages
M. Rowland »	1	»

Il y a trois bulletins blancs.

M. **Louis Soret**, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination de Commissions de prix, chargées de juger les Concours de l'année 1890.

Le dépouillement du scrutin donne les résultats suivants :

Prix Montyon (Mécanique). — MM. Boussinesq, Maurice Lévy, Sarrau, Marcel Deprez, Resal réunissent la majorité des suffrages. Les membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Haton de la Goupillière et Bertrand.

Prix Plumey. — MM. de Bussy, Maurice Lévy, Sarrau, Pâris, Bouquet de la Grye réunissent la majorité des suffrages. Les membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Marcel Deprez et Jurien de la Gravière.

Prix Lalande. — MM. Faye, Tisserand, Lœwy, Janssen, Wolf réunissent la majorité des suffrages. Les membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Mouchez et d'Abbadie.

Prix Damoiseau (Perfectionner la théorie des inégalités à longues périodes, causées par les planètes dans le mouvement de la Lune). — MM. Tisserand, Lœwy, Faye, Wolf, Janssen réunissent la majorité des suffrages. Les mem-

bres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Mouchez et Poincaré.

Prix Valz. — MM. Lœwy, Tisserand, Faye, Janssen, Wolf réunissent la majorité des suffrages. Les membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Mouchez et Poincaré.

Prix Janssen. — MM. Faye, Janssen, Wolf, Tisserand, Lœwy réunissent la majorité des suffrages. Les membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Cornu et Fizeau.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. **Le Turcq des Rosiers** adresse un Mémoire sur un nouveau procédé de torréfaction des cafés.

(Commissaires : MM. Fremy, Duchartre, Marey.)

M. **Vallée** adresse un Mémoire relatif à un projet de navigation aérienne.

(Renvoi à la Commission des aérostats.)

CORRESPONDANCE.

Le **Conseil général des Facultés de Montpellier** invite l'Académie à se faire représenter aux fêtes qui auront lieu à Montpellier, vers la fin de mai, pour célébrer le VIe centenaire de cette Université.

Lord **Rayleigh**, nommé Correspondant pour la Section de Physique, adresse ses remerciements à l'Académie.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, la réimpression, faite par l'Imprimerie nationale, des « Recherches chimiques sur les corps gras d'origine animale; par *E. Chevreul* ».

OPTIQUE. — *Méthode pour déterminer le pôle d'un ellipsoïde à trois axes inégaux, par l'observation de ses images catoptriques.* Note de M. **D.-E. Sulzer**, de Winterthur, présentée par M. Lippmann.

« En regardant l'image d'une ligne droite sur une surface de deuxième degré à l'aide d'un prisme biréfringent dont le plan de dédoublement est parallèle à la droite objet, on remarque que, dans la plupart des positions de la droite objet, les deux images produites par le prisme présentent une différence de hauteur. Ce phénomène, bien connu de tous ceux qui mesurent l'astigmatisme à l'aide d'un ophtalmomètre, a été nommé *dénivellation* par M. Javal. Il se produit quand l'image dédoublée forme un angle avec le plan de dédoublement du prisme.

» Sur un ellipsoïde à trois axes, la dénivellation fait défaut dans les plans principaux et devient négligeable dans tous les plans de symétrie ; elle apparaît dans tous les autres azimuts, excepté les cas où le centre de l'image coïncide avec un point ombilical de l'ellipsoïde.

» Pour la détermination du pôle d'un ellipsoïde à trois axes, nous observons sur cette surface l'image d'un carré couvert de lignes droites parallèles. Ce carré est traversé en son centre et perpendiculairement à son plan par une lunette astronomique qui contient un prisme biréfringent de Wollaston et un réticule. Le plan de dédoublement du prisme est parallèle aux lignes droites tracées sur le carré.

» Comme miroir nous avons fait usage d'un ellipsoïde à trois axes en cuivre, fabriqué dans les usines de la maison Christofle; ses demi-axes sont de 12^{cm}, 8^{cm}, 7^{cm}. Le pôle à déterminer est le pôle du grand axe. Ces dispositions ont été choisies comme étant en rapport avec la forme de la cornée d'un œil humain présentant un astigmatisme assez marqué, sur lequel nous avons l'intention de faire l'application pratique de notre méthode.

» Ayant dirigé la lunette vers un point quelconque de la surface, le côté le plus petit de l'image rhomboïde du carré nous indique de quel côté se trouve le pôle. En tournant l'ellipsoïde de manière à faire avancer l'image dans cette direction, il est facile de faire coïncider le centre de l'image avec un méridien principal; car, dans cette position, à une certaine inclinaison du carré par rapport à ce méridien (quand le plan de dédoublement coïncide ou forme un angle de 90° avec le méridien), la dénivel-

lation disparaît, et en même temps l'image devient symétrique par rapport au méridien principal, ce qui est reconnu à l'aide du réticule. Pour déterminer la direction de ce méridien principal, il suffit de déterminer la position du carré objet, dans laquelle la dénivellation fait défaut, les images se touchant avec les côtés parallèles. Dans cette position, le côté le plus petit de l'image nous indique le pôle. En faisant avancer l'image dans ce sens par une rotation de la surface, le centre de l'image restant dans le méridien principal trouvé, ce centre, et avec lui l'axe de la lunette, arrivera au pôle. Dans ce point, l'image du carré devient un rectangle symétrique par rapport à l'axe de la lunette, ce qui est reconnu facilement à l'aide du réticule. La dénivellation est zéro quand le plan de dédoublement coïncide avec un méridien principal, pendant que dans tous les azimuts intermédiaires les images dédoublées du carré présentent le phénomène de la dénivellation.

» Cette particularité distingue le pôle cherché de l'ellipsoïde à trois axes des deux points ombilicaux dans lesquels, les rayons de courbure étant égaux dans tous les azimuts, l'image est un carré, la dénivellation étant négligeable dans tous les azimuts. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur un nouveau système d'accumulateurs électriques et sur quelques appareils fonctionnant avec ces accumulateurs.* Note de M. **Charles Pollak**, présentée par M. G. Lippmann.

« Dans mes recherches sur les accumulateurs genre Planté, je me suis préoccupé de leur donner une grande capacité dans un espace de temps aussi court que possible. A cet effet, je recouvre les plaques avec du plomb spongieux obtenu par la méthode électrolytique. Pour assurer l'adhérence parfaite entre le plomb spongieux et la surface de la plaque, celle-ci a été travaillée de telle façon qu'elle présente l'aspect d'une brosse à poils ras, ce qu'on obtient au moyen d'un laminoir spécial. Les pointes sont de 2^{mm} de hauteur et de 1^{mm} de base; les interstices entre les pointes sont de 1^{mm}.

» La plaque, après avoir été lavée pour être débarrassée de matières grasses, est enduite d'une pâte composée de sulfate de plomb délayé dans de l'eau salée, et plongée dans de l'eau salée entre deux lames de zinc.

» Les plaques réduites présentent un aspect uniformément gris; l'adhérence est parfaite entre le plomb spongieux, la surface des plaques et des pointes.

» Après les avoir soudées convenablement, on procède à la formation d'accumulateurs, ce qu'on obtient en faisant passer le courant dans le même sens pendant cinquante heures. Les faces négatives ont un aspect grisâtre, les positives sont d'un brun foncé. Après la formation, l'adhérence de la matière active (plomb spongieux et bioxyde de plomb) est si grande qu'on ne peut pas distinguer l'endroit où commence la couche superposée.

» Un accumulateur composé de neuf plaques, dont quatre positives et cinq négatives, d'un poids total, avec les tiges de connexion, de $11^{kg},206$, après quarante-cinq heures de formation par un courant d'une intensité de 16 ampères, a donné pendant la décharge :

Heures.	Ampères.	Volts.
Midi	18	2,12
1	»	2,08
2	»	2
3	»	2
4	»	2
5	»	1,9
5,18	»	1,8

Total de 95,4 ampères-heure utiles.

» On a réglé les résistances à travers lesquelles se faisait la décharge, de façon à avoir toujours la décharge de même intensité.

» Le même accumulateur, rechargé avec un courant de 16 ampères pendant sept heures, a donné pendant la décharge :

Heures.	Ampères.	Volts.
Midi	17	2,2
1	17	2
2	17	2
3	17	2
4	17	2
5	17	1,95
5,30	16,5	1,92
5,45	16,4	1,87
6,4	16	1,8

Total de 102,35 ampères-heure utiles.

» Le rendement a donc été de $91^{amp},384$ pour 100;

» La capacité est de 9,133 ampères-heure utiles par 1^{kg} de plomb.

» De plus, on voit par les deux Tables citées que la tension de l'accumu-

lateur a très peu varié pendant la décharge, pour tomber brusquement vers la fin.

» J'ai cherché à obtenir, sous un petit volume et un poids faible, un courant de haute tension, pouvant servir, en particulier, au besoin d'un éclairage portatif. J'ai construit, à cet effet, une petite batterie d'accumulateurs que j'ai appelée *accumulateur multiple*. Elle se compose de plaques, dont chacune est positive d'un côté et négative du côté opposé; les plaques sont entourées de caoutchouc et séparées par des cadres en ébonite. L'ensemble est parfaitement étanche ([1]). »

CHIMIE. — *Sur les hyposulfites doubles de plomb et de soude.* Note de M. J. Fogh.

« L'hyposulfite de soude dissout l'hyposulfite de plomb, en donnant naissance à des hyposulfites doubles de plomb et de soude. Pour examiner les réactions thermiques qui accompagnent la formation de ces sels doubles, il est nécessaire de connaître leur chaleur de dissolution.

» Le procédé qui sert à les préparer consiste à ajouter, à une liqueur d'hyposulfite de soude, de l'acétate de plomb dissous, jusqu'à ce que le précipité devienne permanent, et à traiter la liqueur ainsi obtenue par l'alcool. Si l'on a opéré en solution concentrée, l'alcool détermine la séparation de la liqueur en deux couches, dont la plus dense, traitée de nouveau par l'alcool absolu, se transforme en un corps solide d'apparence amorphe.

» La composition chimique de ce produit n'est pas constante; elle varie pour chaque opération, selon les conditions dans lesquelles on s'est placé. Ainsi l'on a obtenu, d'une part, un corps dont la composition répond à la formule



$$PbS^2O^3 + 4NaS^2O^3 + 15HO;$$

d'autre part, un corps contenant presque trois fois autant de plomb et auquel aucune formule simple n'est applicable; la plus rapprochée serait



$$18PbS^2O^3 + 10NaS^2O^3 + 35HO.$$

» En présence de ces faits, il semble plus exact d'envisager les deux corps comme de simples mélanges. Leur formation s'explique alors par le

([1]) Travail fait au laboratoire des Recherches physiques à la Faculté des Sciences.

fait déjà observé qu'une solution concentrée d'hyposulfite de soude, traitée par l'alcool absolu, sépare une liqueur très dense de laquelle on peut obtenir des cristaux d'un sel moins hydraté que l'hyposulfite de soude ordinaire.

» Ce n'est pas tout. La chaleur de dissolution de l'hyposulfite de soude dans l'eau et celle de l'hyposulfite de plomb dans l'hyposulfite de soude en excès étant connues, on peut calculer la quantité de chaleur que doit absorber la dissolution de chacun des deux corps, s'ils ne sont que de simples mélanges. Ce calcul donne, pour 1 équivalent du premier corps, $-16^{\text{Cal}},3$; pour 100^{gr} du second, $-1^{\text{Cal}},07$. En opérant la dissolution, on a trouvé, pour le premier, $-15^{\text{Cal}},6$, et pour le second, $-0^{\text{Cal}},98$. Ces chiffres sont voisins des chiffres calculés et permettent en effet d'envisager les deux corps comme de simples mélanges d'hyposulfite de plomb et d'hyposulfite de soude hydraté. Il est probable que cette considération s'applique à tous les corps analogues préparés en solution concentrée et précipités d'abord à l'état liquide, tels que le sel obtenu par Vortmann et Padberg, dont la formule serait



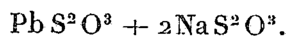
$$PbS^2O^3 + 3NaS^2O^3 + 12HO,$$

et celui qui a été préparé par P. Jochum, caractérisé par la formule



$$2PbS^2O^3 + 5NaS^2O^3 + 60HO.$$

» Si, au contraire, on opère la préparation en solution étendue, on obtient, en traitant par l'alcool étendu, un précipité blanc, gélatineux, qui se change peu à peu en paillettes cristallines. Cette transformation s'accomplit dans la liqueur mère; elle est complète au bout de deux ou trois heures, et l'on peut en suivre la marche à l'œil nu. Séché dans le vide, le sel ainsi obtenu est anhydre. Sa composition répond à la formule



$$PbS^2O^3 + 2NaS^2O^3.$$

» Ce sel a été découvert et étudié par A. Lenz. Il est peu soluble dans l'eau pure, bien plus dans l'acétate de soude, et il se dissout très facilement dans un excès d'hyposulfite de soude étendu. Cette dissolution absorbe vers 10° : $-4^{\text{Cal}},1$. Si le corps était un simple mélange comme les corps mentionnés plus haut, cette dissolution serait accompagnée, non d'une absorption, mais d'un dégagement de chaleur, et ce dégagement de chaleur s'élèverait à $+1^{\text{Cal}},2$, comme l'indique le calcul.

» On voit par là que le sel de A. Lenz n'est point un simple mélange, mais un véritable hyposulfite double et peut-être même le seul qui existe.

» Comme il est anhydre, on voit aussi que sa chaleur de formation sera précisément égale à la différence entre la chaleur totale de dissolution des sels composants et la chaleur de dissolution du sel double cristallisé. Cette chaleur de formation est donc égale à $+ 5^{Cal},3$, chiffre considérable, qui explique la grande facilité avec laquelle l'hyposulfite de soude dissout l'hyposulfite de plomb (1). »

CHIMIE MINÉRALE. — *Action de l'acide sulfurique sur l'aluminium.* Note de M. A. DITTE, présentée par M. Troost.

« On sait que l'acide sulfurique étendu et froid paraît sans action sur l'aluminium, et cependant, la formation de l'alumine hydratée dégageant 195,8 calories, ce métal doit à la température ordinaire décomposer l'eau et, à plus forte raison, les acides étendus. Cette Note a pour objet de démontrer qu'il en est bien ainsi, et que, si une lame d'aluminium plongée dans l'acide sulfurique étendu semble inattaquée, le fait tient seulement à ce qu'elle se recouvre, dès les premiers instants, d'une couche continue d'hydrogène qui supprime tout contact avec le liquide, ou le rend tout au moins très difficile.

» Une lame d'aluminium placée dans une liqueur renfermant 2,5 d'acide sulfurique anhydre pour 100 d'eau paraît d'abord absolument inattaquée; mais, au bout de quelques jours, sa surface se modifie, son poli disparaît peu à peu pour être remplacé par un grain mat et fin, et en même temps quelques fines bulles de gaz se détachent des arêtes vives; à mesure que la surface devient plus rugueuse, des bulles se dégagent de tous ses points et le métal se dissout peu à peu; une feuille d'aluminium battu disparaît en quelques heures. Si l'on opère dans le vide, l'air condensé contre la lame se dégage tout d'abord, et, quand la tension est réduite à quelques millimètres, de fines bulles d'hydrogène s'échappent de tous les points de la surface; la lame perd son poli et son éclat, devient mate et blanche; l'hydrogène y adhère d'autant moins que les inégalités de la surface sont plus nombreuses, et le dégagement de gaz continue à s'effectuer lentement, lors même qu'on a rétabli la pression atmosphérique au-dessus du liquide. L'aluminium se comporte donc, au contact de l'acide sul-

(1) Laboratoire de M. Berthelot.

furique étendu, comme le fait le zinc amalgamé; il est attaqué, mais il se recouvre immédiatement d'un enduit imperméable d'hydrogène, d'autant plus adhérent que le poli de la surface est plus parfait. Avec l'aluminium comme avec le zinc, tout ce qui concourt à rompre la continuité de la couche gazeuse rend l'attaque du métal plus facile.

» C'est ainsi qu'agissent certains chlorures métalliques que l'aluminium réduit avec facilité, la chaleur de formation du chlorure d'aluminium dissous l'emportant sur celle de ces chlorures. Si, par exemple, on ajoute à la liqueur sulfurique dans laquelle plonge l'aluminium une trace de chlorure de platine, on voit, au bout d'un instant, de l'hydrogène se dégager avec énergie; le platine réduit hérisse la surface de l'aluminium de petites aspérités qui ne permettent pas à l'hydrogène de former une couche continue sur cette surface, le contact avec le liquide est possible et la dissolution se fait; des traces de chlorures d'or, de cuivre, de mercure, etc., produisent le même effet et donnent lieu à une attaque de l'aluminium plus ou moins énergique. Au contraire, les chlorures de fer, de zinc, etc., qui, réduits par l'aluminium, donnent un métal facilement soluble dans l'acide sulfurique étendu, demeurent sans effet appréciable.

» Quand la dissolution de l'aluminium dans l'acide sulfurique dilué s'effectue rapidement à la faveur d'une trace de chlorure, il est à noter que la réaction présente deux phases; l'hydrogène se dégage d'abord avec abondance et il se forme du sulfate neutre d'alumine, mais les choses ne s'arrêtent pas là; le dégagement d'hydrogène se ralentit considérablement, mais il continue, et, au bout de quelques jours, apparaît un dépôt blanc de sous-sulfate $4Al^2O^3, 2SO^3$ qui augmente peu à peu jusqu'à ce que la réaction prenne fin. Or la production de ce sulfate basique par l'action de l'aluminium sur le sulfate neutre met en liberté de l'hydrogène, aussi l'aluminium doit-il se comporter à peu près de la même manière dans une dissolution d'acide sulfurique, ou dans une de sulfate d'alumine; c'est en effet ce qui a lieu; le métal ne paraît pas altéré à froid par une dissolution de sulfate neutre; mais, si l'on opère dans le vide, une fois que l'air adhérent à la lame métallique a été éliminé, on voit apparaître l'hydrogène sous la forme de bulles très fines dont le dégagement, d'abord très lent, augmente à mesure que l'aluminium se dépolit et devient plus rugueux. En opérant à l'air libre, mais en ajoutant à la liqueur une trace d'un des chlorures actifs avec l'acide sulfurique, les bulles d'hydrogène se dégagent peu à peu, et la dissolution du métal s'effectue à mesure que la liqueur se charge d'une quantité correspondante de sous-sulfate d'alumine.

» Cette action de l'aluminium sur son sulfate permet de comprendre ce qui se passe quand on fait agir le même métal sur certains sulfates métalliques, celui de cuivre par exemple; la précipitation du cuivre par l'aluminium, quoique fortement exothermique, paraît ne pas avoir lieu, même quand on ajoute de l'acide sulfurique à la solution de sulfate; mais elle se réalise immédiatement si l'on ajoute une trace d'un des chlorures précédemment indiqués. Dans la liqueur acide, le cuivre qui se dépose présente l'aspect d'une poudre rouge et terne; avec le sulfate non acidulé, les bulles d'hydrogène qui se forment contre la lame se revêtent souvent d'une couche métallique de cuivre qu'elles entraînent à la surface du liquide, et l'aluminium se recouvre partiellement d'une couche métallique de cuivre réduit. Il est facile de comprendre ce qui se produit : si l'on plonge un barreau d'aluminium dans une solution acidulée de sulfate de cuivre, celle-ci se comporte d'abord comme de l'eau acidulée pure, et donne de l'hydrogène, et celui-ci, dès le premier instant, recouvre le barreau d'une couche gazeuse qui rend extrêmement difficile le contact entre le liquide et lui; cependant l'action n'est pas nulle : au bout de quelques jours, l'aluminium présente en quelques points, là surtout où sa surface offre quelque aspérité et en particulier sur les arêtes vives, des mamelons brillants et cristallisés de cuivre qui augmentent peu à peu, et la liqueur bleue finit par devenir incolore. La réaction est accélérée énormément par une trace d'un chlorure donnant par voie de réduction un dépôt métallique, qui, détruisant l'homogénéité de la surface, diminue aussi dans une proportion très considérable l'adhérence de la couche d'hydrogène.

» Avec une solution de sulfate de cuivre pur, l'action est un peu différente, car la seule substitution de l'aluminium au cuivre s'effectue sans dégagement de gaz; mais, dès que cette réaction a commencé, la liqueur renferme du sulfate d'alumine qui attaque l'aluminium, comme nous l'avons dit, en donnant un sulfate basique et de l'hydrogène. Ce gaz revêt immédiatement la lame métallique d'une couche protectrice; aussi, tandis que la réduction du sulfate de cuivre pur est facile lorsqu'on ajoute à la solution une trace de chlorure de platine, par exemple, le même sulfate, sans le chlorure, paraît d'abord sans action sur la lame d'aluminium : ce n'est qu'au bout de quelque temps qu'apparaissent, sur les arêtes vives de cette lame et là où sa surface présente quelques inégalités, des cristaux de cuivre qui vont en s'accroissant peu à peu, qui s'étendent au point de recouvrir certaines régions de la lame d'aluminium d'un enduit continu et brillant de

cuivre, et cela jusqu'à ce que la décomposition du sulfate de cuivre soit totale.

» L'action de l'aluminium sur l'acide sulfurique étendu et sur les sulfates métalliques est donc bien conforme à ce qu'indique la chaleur de formation de l'alumine, et l'extrême lenteur de cette action dans les conditions ordinaires est due à une action purement mécanique de l'hydrogène qui, en recouvrant le métal, rend très difficile son contact avec le liquide environnant. »

CHIMIE. — *Sur une nouvelle forme cristalline du chlorure d'ammonium.* Note de MM. **G. Geisenheimer** et **F. Leteur**, présentée par M. Troost.

« Dans la préparation de l'iridium pur par la méthode de MM. Deville et Debray, on lave avec une solution concentrée de chlorure d'ammonium le mélange des chlorures doubles d'ammonium et des métaux de la famille du platine. Ces eaux de lavage, abandonnées à elles-mêmes, laissent déposer peu à peu de volumineux cristaux, dont la couleur varie du brun rouge au rose clair; on peut même les avoir tout à fait blancs par une seconde cristallisation. Ces cristaux, qui atteignent jusqu'à 5^{cm} de longueur, sont d'une netteté parfaite et semblent, à première vue, être des rhomboèdres très aigus. Nous devons à M. Jannettaz, maître de conférences à la Sorbonne et au Muséum, l'étude cristallographique de ces composés; nous sommes heureux de l'occasion qui nous est offerte de le remercier de son obligeance et de ses savants conseils.

» Quelque mince que soit une plaque taillée perpendiculairement à l'axe du cristal, il est impossible d'observer aucun phénomène en lumière convergente. En lumière parallèle, la plaque est divisée en six secteurs, trois sont noirs ou gris et trois d'un bleu plus ou moins intense; lorsqu'on fait tourner la plaque, les secteurs noirs deviennent progressivement bleus, et réciproquement, le plus clair étant diamétralement opposé au plus foncé. Ces cristaux seraient donc des macles.

» D'autre part, nous avons fait les mesures suivantes au goniomètre d'application; les faces du cristal, étant très courbes et cannelées, rendent impossible l'emploi du goniomètre par réflexion. Nous donnons deux angles : l'un est formé par les tangentes aux centres de deux faces, il est égal à 65° 15'; l'autre, par les tangentes aux faces selon une arête, il est égal à 82° 30'.

» L'analyse chimique de ces composés nous a montré que nous avions affaire à du chlorure d'ammonium souillé de 1,5 pour 100 environ de sous-chlorure de ruthénium. La teneur en métal précieux est indépendante de la couleur du cristal; néanmoins, nous ne croyons pas être en présence d'un chlorure double défini; le poids atomique considérable du sous-chlorure de ruthénium, par rapport à celui du chlorure d'ammonium, nécessiterait pour ce dernier un coefficient par trop élevé (= 110).

1° *Analyse des cristaux brun rouge.*

	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	Moyenne n° 1 pour 100.
AzH^4....	33,245	33,228	»	»	33,051	33,180	33,176
Cl........	»	65,745	65,153	65,773	»	65,500	65,542
Ru.......	1,031	0,778	1,002	1,064	0,819	0,876	0,928
Total..		99,751				99,556	99,646

2° *Analyse des cristaux rose clair.*

	I.	II.	III.	IV.	Moyenne n° 2.	Moyenne générale (1 et 2).
AzH^4.....	»	33,209	33,379	33,161	33,249	33,212
Cl........	66,725	»	66,185	»	66,455	65,998
Ru.......	0,618	0,674	0,638	»	0,643	0,705
Total..			100,202		100,347	99,995

» La quantité de chlore en excès par rapport à l'ammonium nous montre que le ruthénium est à l'état de sous-chlorure; ce qui est, du reste, confirmé par la réaction suivante : la solution chaude du sel devient, par l'addition de chlorate de potassium et d'acide chlorhydrique, rouge grenat foncé : le sesquichlorure se transforme en bichlorure double. Ce sel se dépose en effet par refroidissement de la liqueur.

» Dernièrement, M. Le Bel signalait la possibilité d'une seconde forme des chlorures ammoniacaux (*Comptes rendus*, 20 janvier 1890). Nous sommes peut-être en présence de la seconde forme du chlorure d'ammonium, qu'une légère impureté aura rendue stable. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Acétals monobenzoïque et dibenzoïque de la sorbite.* Note de M. J. **Meunier**, présentée par M. Troost.

« I. *Acétal monobenzoïque ou monobenzylalsorbite* $C^6H^{13}O^5(C^7H^5O)$. — Il s'obtient quand la sorbite est au contact de l'aldéhyde benzoïque au

sein d'une liqueur faiblement acidulée par l'acide chlorhydrique. La sorbite étant extrêmement soluble dans l'eau, on peut en obtenir à froid, sans difficulté, une dissolution concentrée et peu acide; la mannite ne présente pas le même avantage, car elle n'est très soluble qu'en présence d'un excès d'acide chlorhydrique.

» On dissout la sorbite dans son poids d'eau environ, on y ajoute un dixième d'acide chlorhydrique (à 22° Baumé), et la quantité d'aldéhyde benzoïque calculée d'après la formule précédente. On fait arriver dans ce mélange, maintenu à la température ordinaire, un courant d'acide carbonique, qui a le double avantage de produire une agitation continuelle et de préserver l'aldéhyde benzoïque de l'action oxydante de l'air. On aperçoit d'abord des cristaux qui se déposent sur les parois de l'éprouvette où l'on opère; après quelque temps, ces cristaux deviennent très abondants, et l'aldéhyde est complètement transformée. On les recueille sur un filtre et on les lave à deux ou trois reprises avec une faible quantité d'eau. Le liquide filtré retient en dissolution une portion considérable de la même matière. Pour l'obtenir, on neutralise l'acide chlorhydrique par le carbonate de soude, puis on concentre au bain-marie; il se dépose des cristaux que l'on joint aux précédents. On purifie le tout par des cristallisations successives dans l'alcool et dans l'eau chaude; on peut aussi laver la matière à l'éther, dans lequel elle paraît insoluble, et faire cristalliser dans l'eau.

» La monobenzylalsorbite se dépose de ses solutions aqueuses en cristaux prismatiques, rectangulaires, transparents et fortement réfringents, et ne contenant pas d'eau de cristallisation. Les cristaux qui se forment dans les dissolutions alcooliques sont également prismatiques, mais beaucoup plus petits; du reste, la matière est peut-être moins soluble dans l'alcool que dans l'eau.

» Ces cristaux fondent sans se décomposer, mais le point de fusion n'est pas constant; quand on élève lentement la température, on les voit fondre dès 163° ou 164°; quand on chauffe plus rapidement, ils restent solides jusqu'à 172° ou 175°. La matière fondue garde une apparence amorphe et vitreuse.

» Elle se décompose, avec mise en liberté d'aldéhyde benzoïque, aussitôt qu'on la dissout à l'ébullition dans l'eau acidulée, même très faiblement.

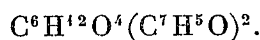
» Elle a fourni à l'analyse les chiffres suivants :

Matière	gr 0,2605
CO^2	0,551
H^2O	0,167

d'où, en centièmes,

		Calculé pour $C^{13}H^{18}O^6$.
C..................	57,68	57,77
H..................	7,12	6,66

» II. *Acétal dibenzoïque de la sorbite ou dibenzylalsorbite*



$$C^6H^{12}O^4(C^7H^5O)^2.$$

Quand on additionne une dissolution concentrée de sorbite de son volume d'acide chlorhydrique ou d'acide sulfurique et d'aldéhyde benzoïque, il se sépare une masse solide blanche, amorphe, insoluble dans l'eau. Je l'ai précédemment décrite comme étant l'acétal dibenzoïque, dont elle s'éloigne peu par sa composition (*Comptes rendus*, t. CVII, p. 346).

» En réalité, cette matière est formée de deux substances distinctes : l'une est soluble dans l'eau bouillante (dans 1000 parties environ) et, par refroidissement, sa dissolution forme une gelée transparente; l'autre est une poudre blanche complètement insoluble dans l'eau bouillante, et elle présente la composition exacte de l'acétal dibenzoïque.

» On les sépare en faisant cohober le mélange pulvérisé avec de l'eau bouillante. On traite 3gr de matière par 1lt,5 d'eau distillée; après quelques heures d'ébullition, on filtre pour séparer la substance demeurée insoluble. Le liquide filtré, en se refroidissant, se prend en une gelée transparente.

» La matière demeurée sur le filtre ne représente pas un aspect différent de celui du mélange primitif. Elle est insoluble dans l'eau pure, aussi bien que dans l'eau chargée d'acide sulfurique, indécomposable par cette dernière, quand elle ne contient pas d'aldéhyde benzoïque libre en quantité suffisante, ce qui est conforme à ce que j'ai déjà signalé (*Comptes rendus*, t. CVII, p. 910). Elle fond à 162°.

» Voici les chiffres qu'elle a donnés à l'analyse, après avoir été desséchée à 120° :

	gr
Matière..................................	0,2675
CO^2..................................	0,653
H^2O..................................	0,152

d'où, en centièmes,

		Calculé pour $C^{20}H^{22}O^6$.
C..................	66,95	67,03
H..................	6,31	6,14

» III. *Matière soluble dans l'eau bouillante et se déposant sous forme gélatineuse.* — Il vient d'être dit comment on la sépare de l'acétal dibenzoïque insoluble. Il est important que l'eau distillée avec laquelle on fait cohober le mélange ne contienne pas trace d'acide chlorhydrique ou d'acide sulfurique libres, sans quoi, la substance qui nous occupe serait décomposée avec une facilité extraordinaire en sorbite et en aldéhyde benzoïque. Plusieurs opérations ont été faites avec de l'eau contenant une quantité d'acide sulfurique si faible qu'elle donnait un louche à peine sensible par le chlorure de baryum et ne contenait pas un vingt-millième d'acide; elles n'ont pas donné trace d'acétal gélatineux. Un fait également digne de remarque, c'est qu'une telle matière n'a aucune tendance à obstruer les pores du filtre. On enlève donc, sans la moindre difficulté, par filtration et par compression, l'eau qu'elle retient quand elle est à l'état gélatineux. La masse comprimée est de couleur grise, elle se réduit en une poudre blanche un peu adhérente au toucher.

» Cette poudre traitée par l'eau bouillante se dissout assez rapidement, et la dissolution se prend en gelée par refroidissement. Elle se dissout dans les mêmes dissolvants que l'acétal dibenzoïque, acide acétique, benzine, chloroforme, etc., et particulièrement dans l'éther; cette dernière dissolution ne tarde pas à former une gelée transparente. De telles propriétés physiques ont été observées avec les matières pectiques.

» Elle fond vers 200°, sans que son point de fusion paraisse fixe. Elle a donné à l'analyse une teneur en carbone inférieure d'environ 2 centièmes à celle de l'acétal dibenzoïque insoluble. La matière contenait une trace (moins d'un millième) de silice provenant de l'attaque par l'eau bouillante du verre du ballon où l'on avait opéré. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les camphorates de bornéols α droit et gauche.* Note de M. A. **Haller**, présentée par M. Friedel.

« Les acides camphoriques droit et gauche sont considérés comme des acides bibasiques. Ils sont donc susceptibles de fournir des éthers neutres et acides. Mais, en raison de la constitution de l'acide camphorique, que l'on adopte l'une ou l'autre des formules proposées, on peut concevoir l'existence de deux séries des derniers éthers, suivant que l'une ou l'autre fonction acide se trouve éthérifiée. Ce fait a d'ailleurs déjà été mis en évidence par M. Friedel, qui a préparé deux camphorates acides d'éthyle.

» Ainsi, en n'envisageant que la fonction, on peut préparer avec chacun de ces acides un éther neutre et deux éthers acides. Mais, en combinant les acides camphoriques actifs avec d'autres corps actifs, comme les camphols droit et gauche α, nous pouvons entrevoir la formation de toute une série de dérivés éthérés qui résulteront : 1° de la combinaison de l'acide camphorique droit avec le bornéol droit α; 2° de la combinaison de l'acide camphorique droit avec le bornéol gauche α; 3° de la combinaison de l'acide camphorique gauche avec le bornéol droit α; 4° de la combinaison de l'acide camphorique gauche avec le bornéol gauche α. A chaque système correspondra un éther neutre et deux éthers acides, de telle sorte qu'on ne comptera pas moins de 12 éthers actifs qui, au sens de la rotation près, sont identiques deux par deux. A ces éthers, il faut en outre ajouter 6 racémiques, ce qui porte leur nombre à 18.

» Dans ce qui précède, nous n'avons en vue que des combinaisons d'acides camphoriques avec les camphols α; car, si nous voulions envisager les systèmes dans lesquels on ferait entrer les acides isocamphoriques et les isocamphols, le nombre d'éthers réalisables se monterait à 72, dont 24 neutres, tant actifs que racémiques, et 48 acides.

» Nos recherches ont porté sur des combinaisons de l'acide camphorique droit avec les camphols droit et gauche α.

» *Camphorates de bornéol droit.* — On chauffe à 210°-215°, en tubes scellés, un mélange homogène de 2 molécules de bornéol droit $[\alpha]_D = +37°$ et de 1 molécule d'anhydride camphorique dérivé de l'acide droit. Au bout de quarante-huit heures, on retire les tubes. La masse brunâtre qui s'y trouve est dissoute dans un mélange d'éther ordinaire et d'éther de pétrole. La liqueur éthérée est ensuite agitée à plusieurs reprises avec une solution chaude de carbonate de soude qui dissout le camphorate acide de bornéol. Le liquide éthéré est distillé et le résidu est chauffé au bain-marie jusqu'à ce qu'il ne se dégage plus de bornéol. On le reprend par de l'alcool absolu et l'on fait cristalliser à plusieurs reprises pour se débarrasser d'un produit visqueux difficile à éliminer.

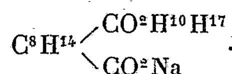
» On obtient ainsi de petits cristaux indistincts ou des croûtes, solubles dans l'éther, la benzine, la ligroïne, insolubles dans l'eau et dans les alcalis, et dont la composition répond à celle d'un *camphorate neutre de bornéol droit* $C^8H^{14}\langle{}^{CO^2C^{10}H^{17}}_{CO^2C^{10}H^{17}}$.
Toutefois, ce corps n'est pas un composé unique; car, en le soumettant à des cristallisations fractionnées, on peut en séparer des produits dont le point de fusion et le pouvoir rotatoire moléculaire varient respectivement de 102° à 128°, et de $[\alpha]_D = +30°,83$ à $+52°,08$, avec une série de termes intermédiaires.

» *Camphorate acide de bornéol droit* $C^8H^{14}\langle{}^{CO^2C^{10}H^{17}}_{CO^2H}$. — Ce composé se dé-

pose sous la forme d'un précipité blanc, quand on traite les eaux de lavage alcalines ci-dessus par un acide. Il est soluble dans l'alcool, dans l'éther, peu soluble dans l'éther de pétrole. Il cristallise, au sein de ce dernier solvant, en mamelons blancs et durs, fondant, suivant la préparation, entre 176° et 178°, et dont le pouvoir rotatoire moléculaire varie également entre +31° et 40°.

» Traité par le chlorure d'acétyle, il se décompose en anhydride camphorique et en un produit chloré, qui est sans doute du chlorure de bornéol.

» Les solutions ne précipitent point les sels ferriques. Il est un peu soluble dans les alcalis et les carbonates alcalins froids, mais il s'y dissout facilement à chaud. Par refroidissement, toute la liqueur se prend en une masse blanche, gélatineuse, qui, examinée au microscope, se présente sous la forme de filaments enchevêtrés comme du coton. Quand on essore le produit et qu'on le fait cristalliser dans l'alcool, on obtient des paillettes blanches et cristallines de *bornéocamphorate de sodium*



$$C^8H^{14}\begin{cases}CO^2H^{10}H^{17}\\CO^2Na\end{cases}.$$

Les solutions aqueuses de ce sel présentent une réaction alcaline et sont décomposées par l'acide carbonique. Elles donnent, avec les sels de cuivre, un précipité bleu qui se dissocie facilement en oxyde de cuivre et camphorate acide de bornéol. Il semble donc que la fonction acide de cet éther est peu énergique et se rapproche de celle des phénols.

» *Camphorates de bornéol gauche α.* — En opérant dans les mêmes conditions que ci-dessus avec du bornéol gauche $[\alpha]_D = -37°$ et de l'acide camphorique droit, on a obtenu du *camphorate neutre de bornéol gauche* $C^8H^{14}\begin{cases}CO^2C^{10}H^{17}\\CO^2C^{10}H^{17}\end{cases}$, qui cristallise en fines aiguilles fondant à 122°, et du *camphorate acide,* corps blanc, soluble dans l'alcool, l'éther, la benzine, peu soluble dans l'éther de pétrole. Cet éther fond de 164° à 168° et possède le pouvoir rotatoire magnétique $[\alpha]_D = -17°$ à $-25°$, suivant l'échantillon examiné.

» Comme son isomère, il se dissout à chaud dans les alcalis et dans les carbonates alcalins, et, par le refroidissement, ces dissolutions se prennent en masse. Quand on essore le sel de soude ainsi obtenu et qu'on le dissout dans l'alcool absolu, on parvient à l'isoler sous la forme de paillettes nacrées, onctueuses au toucher, dont les solutions aqueuses présentent une solution alcaline et sont précipitées par l'acide carbonique.

» Ce corps a donc même fonction que son isomère droit.

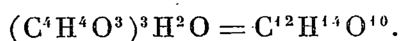
» Ces deux camphorates acides de bornéols, droit et gauche, prennent encore naissance quand on chauffe à 140° un mélange d'acide camphorique droit et de camphols. Il est à remarquer que, dans ces circonstances, il ne se forme pas trace de camphorate neutre.

» De ce qui précède, on peut conclure : 1° que l'éthérification totale de l'acide camphorique ne s'effectue qu'à une température relativement élevée et avec de l'anhydride seulement; 2° que, dans ces conditions, il

est certain qu'il se produit des isomères, l'acide camphorique pouvant partiellement être transformé en acide gauche et peut-être en acide isocamphorique; on peut en dire autant des bornéols; 3° qu'une des fonctions acides de l'acide camphorique se rapproche, dans les éthers acides étudiés dans la présente Note, de celle des phénols. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'acide oxytétrique*. Note de M. **Ch. Cloez**, présentée par M. Friedel.

« Il y a dix ans environ, M. Demarçay, en traitant par la potasse alcoolique les produits résultant de l'action du brome sur l'éther méthylacétylacétique, obtint deux acides très remarquables qu'il crut dérivés d'un noyau en C^4 et qu'il nomma, pour cette raison, acides *tétrique* et *oxytétrique;* ce dernier, le seul dont je me sois occupé, était représenté par la formule



$$(C^4H^4O^3)^3H^2O = C^{12}H^{14}O^{10}.$$

» Cette formule parut peu vraisemblable; j'ai repris l'étude de cet acide, dans le but de chercher quelle pouvait être sa constitution, et ce sont les premiers résultats de mes recherches que j'ai l'honneur de communiquer aujourd'hui à l'Académie.

» J'ai préparé l'acide oxytétrique en suivant la méthode indiquée par M. Demarçay; et j'ai d'abord remarqué qu'à aucun moment de la réaction il ne se dégageait d'acide carbonique. Il était donc probable qu'il ne se formait pas d'acétone dibromée, et, par suite, il devenait inutile d'attendre pendant cinq heures avant de traiter le produit par la potasse alcoolique.

» J'ai recommencé l'expérience en traitant lentement l'éther méthylacétylacétique par la quantité théorique de brome, en présence de quelques centimètres cubes d'eau destinés à modérer la réaction. Aussitôt les dernières gouttes de brome ajoutées, le produit incolore, mais fumant énergiquement à l'air, est projeté dans une grande quantité d'eau et lavé par décantation jusqu'à ce que les eaux de lavage soient neutres au tournesol. On fait alors tomber l'éther méthylacétylacétique dibromé dans de la potasse alcoolique très concentrée, en refroidissant simplement par des affusions d'eau froide.

» La solution alcaline est ensuite étendue d'eau, concentrée à feu nu, de manière à chasser tout l'alcool, puis traitée par un grand excès d'acide sulfurique. On agite alors avec de l'éther, et, par évaporation de ce liquide,

on obtient un corps bien cristallisé que toutes ses propriétés identifient avec l'acide oxytétrique. Il faut remarquer qu'il ne se dégage pas trace de gaz carbonique au moment où l'on traite le liquide alcalin par l'acide sulfurique.

» De cette expérience, on peut conclure que l'éther méthylacétylacétique dibromé se transforme directement en acide oxytétrique sous l'action de la potasse alcoolique. Plus tard, j'ai constaté que la potasse en solution méthylique, que la potasse aqueuse, que l'eau de baryte même, pouvaient remplacer la potasse alcoolique. Avec tous ces réactifs, les rendements sont égaux, l'acide obtenu est toujours le même. La préparation de ce corps se fera donc de la façon suivante :

» On dispose deux matras contenant chacun 72^{gr} d'éther méthylacétylacétique et 30^{gr} d'eau, et, dans chaque matras, on verse par petites portions et en agitant constamment, 165^{gr} de brome.

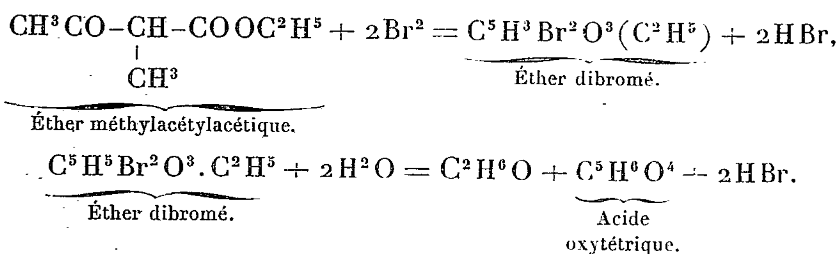
» Après la dernière addition de brome, on verse le contenu des deux matras dans une grande quantité d'eau, et l'on obtient ainsi, après lavage et décantation, 290^{gr} environ d'une huile lourde que l'on fait tomber peu à peu dans une solution de 200^{gr} de potasse dans 300^{cc} d'eau. On étend ensuite d'une certaine quantité d'eau, de façon à dissoudre tous les sels alcalins, et l'on porte à l'ébullition pour chasser l'alcool qui a pris naissance par suite de la saponification du groupe $\overset{|}{C}O.OC^2H^5$ de l'éther méthylacétylacétique. On traite alors par l'acide sulfurique au cinquième et l'on épuise le liquide acide par de l'éther privé d'alcool. L'éther abandonne à l'évaporation une masse cristalline et ambrée formée en majeure partie d'acide oxytétrique. Pour purifier cet acide, on le lave au chloroforme et on le fait cristalliser dans l'eau bouillante en présence de noir animal.

» Par cette méthode, on obtient tout de suite un produit absolument incolore, fusible à 201°-202°. Le rendement est de 30^{gr} d'acide pour $144^{gr} = 1^{mol}$ d'éther méthylacétylacétique.

» L'éther méthylacétylacétique dibromé, chauffé au réfrigérant ascendant avec trente fois son poids d'eau, se saponifie très aisément. Malheureusement, sous l'action de l'acide bromhydrique, dont la proportion va sans cesse en augmentant, il se forme une grande quantité de produits noirs et insolubles. Il n'en est plus de même si l'on opère en présence de carbonate de baryum, qui neutralise l'acide bromhydrique au fur et à mesure de la production. Dans ces conditions, on obtient encore de l'acide oxytétrique, mais cet acide n'est qu'un produit secondaire de la réaction, car il est accompagné d'un autre acide soluble dans le chloroforme, et sur lequel nous reviendrons plus bas.

» Les analyses de l'acide oxytétrique conduisent à lui donner la for-

mule $C^5H^6O^4$. Sa formation peut s'expliquer par les deux réactions



$$\underbrace{CH^3CO-\underset{\displaystyle CH^3}{\overset{|}{CH}}-COOC^2H^5}_{\text{Éther méthylacétylacétique.}} + 2Br^2 = \underbrace{C^5H^3Br^2O^3(C^2H^5)}_{\text{Éther dibromé.}} + 2HBr,$$

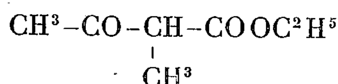
$$\underbrace{C^5H^5Br^2O^3.C^2H^5}_{\text{Éther dibromé.}} + 2H^2O = C^2H^6O + \underbrace{C^5H^6O^4}_{\text{Acide oxytétrique.}} + 2HBr.$$

» *Éthers de l'acide oxytétrique.* — Nous avons vu que, dans l'action de l'eau et du carbonate de baryum sur l'éther méthylacétylacétique dibromé, on obtenait, outre l'acide oxytétrique, un second acide soluble dans le chloroforme. Par évaporation de ce liquide, on isole une masse cristalline baignée d'une huile jaunâtre. En abandonnant le tout sur une plaque de porcelaine dégourdie, on obtient de jolis prismes incolores, fusibles à 67°-68°, possédant une réaction nettement acide et répondant à la formule $C^7H^{10}O^4$.

» Le sel d'argent $C^7H^9AgO^4$ cristallise en fines aiguilles incolores, peu sensibles à l'action de la lumière et assez solubles dans l'eau froide.

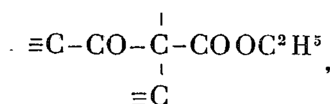
» La formule $C^7H^{10}O^4$ est celle d'un éther éthylique de l'acide oxytétrique; et, de fait, si l'on traite le corps, fusible à 67°-68°, par un excès de potasse, il se décompose très rapidement à la température du bain-marie. Par addition d'acide sulfurique, on n'isole plus l'acide primitif, mais bien de l'acide oxytétrique fusible à 201°-202°.

» La production de cet éther est assez intéressante, en ce sens qu'elle nous donne une première notion sur la constitution de l'acide oxytétrique. En effet, l'action de l'eau sur l'éther méthylacétylacétique dibromé n'a pu amener de changements dans les liaisons des atomes de carbone de ce composé. Or cet éther étant, avant l'action du brome,



$$CH^3-CO-\underset{\displaystyle CH^3}{\overset{}{\underset{|}{CH}}}-COOC^2H^5,$$

il s'ensuit que le dérivé $C^7H^{10}O^4$ doit forcément contenir



$$\equiv C-CO-\underset{\displaystyle \equiv C}{\underset{|}{\overset{|}{C}}}-COOC^2H^5,$$

ce qui montre que l'acide oxytétrique renferme un groupe -COOH et n'en contient probablement qu'un seul.

» J'ai essayé de reproduire ce premier éther, en traitant par l'acide chlorhydrique gazeux une dissolution de l'acide dans l'alcool étendu. J'ai obtenu ainsi un liquide incolore et neutre distillant entre 224° et 226° et répondant à la formule $C^9H^{14}O^4$ d'un dérivé diéthylique de l'acide oxytétrique.

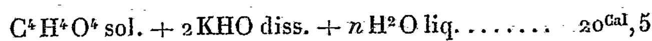
» Dans une prochaine Communication, j'espère pouvoir entrer plus avant dans l'étude de la constitution de ces intéressants composés (¹). »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la valeur de la chaleur d'hydratation de l'anhydride maléique.* Note de M. **Iw. Ossipoff.**

« Après les résultats que m'ont donnés les expériences faites par la méthode de la bombe calorimétrique, pour l'anhydride maléique ainsi que pour les acides fumarique et maléique, il y avait quelque intérêt à mesurer la chaleur d'hydratation de l'anhydride maléique.

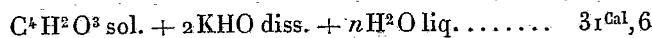
» Suivant les conseils de M. Berthelot, j'ai choisi la voie la plus directe, et c'est au bienveillant concours de M. Petit que je dois d'avoir fait les expériences ci-dessous. Bien que le travail ne soit pas encore terminé, la conclusion générale me semble facile à formuler :

» 1° En dissolvant l'acide fumarique *solide* dans de la potasse (1 équivalent dans 2^{lit}), on a observé (moyenne de deux expériences) :



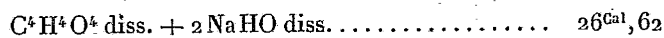
$$C^4H^4O^4 \text{ sol.} + 2KHO \text{ diss.} + nH^2O \text{ liq.} \ldots\ldots\ 20^{Cal},5$$

» 2° L'anhydride maléique *solide* et pulvérisé, placé dans les mêmes conditions, a donné (moyenne de deux expériences) :

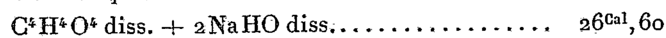


$$C^4H^2O^3 \text{ sol.} + 2KHO \text{ diss.} + nH^2O \text{ liq.} \ldots\ldots\ 31^{Cal},6$$

» Les expériences de MM. Gal et Werner (*Bulletin de la Société de Chimie*, t. XLVII, p. 158) nous ont montré que les chaleurs de neutralisation des deux acides *dissous* avec de la soude *dissoute* sont sensiblement identiques. Ainsi ils ont trouvé :



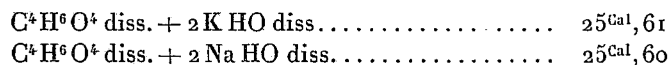
$$\underbrace{C^4H^4O^4 \text{ diss.}}_{\text{Ac. maléique.}} + 2NaHO \text{ diss.} \ldots\ldots\ 26^{Cal},62$$



$$\underbrace{C^4H^4O^4 \text{ diss.}}_{\text{Ac. fumarique.}} + 2NaHO \text{ diss.} \ldots\ldots\ 26^{Cal},60$$

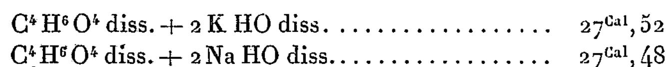
(¹) Ce travail a été fait au laboratoire de M. Grimaux, à l'École Polytechnique.

» On peut admettre, avec une grande probabilité, que l'effet thermique de neutralisation ne changerait pas si nous remplacions la soude par la potasse. C'est ainsi, par exemple, que, en opérant sur des acides voisins de ceux-ci, les recherches de M. Tanatar (*Journal de la Société de Physique et de Chimie russe*, t. XXI, p. 186) ont fourni, pour l'acide succinique :



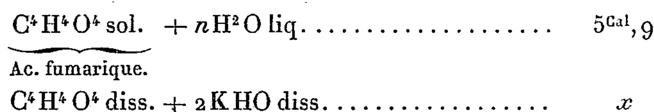
$C^4H^6O^4$ diss. + 2 K HO diss.	$25^{Cal},61$
$C^4H^6O^4$ diss. + 2 Na HO diss.	$25^{Cal},60$

» De même, pour l'acide isosuccinique :



$C^4H^6O^4$ diss. + 2 K HO diss.	$27^{Cal},52$
$C^4H^6O^4$ diss. + 2 Na HO diss.	$27^{Cal},48$

» Dès lors, nous pouvons, à l'aide des données de MM. Gal et Werner, calculer aisément la chaleur de neutralisation par la potasse de l'acide maléique dissous. En effet, nous avons :



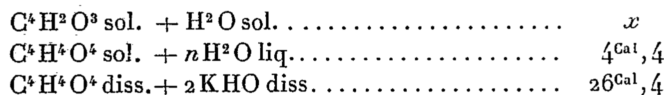
$\underbrace{C^4H^4O^4 \text{ sol.}}_{\text{Ac. fumarique.}}$ + nH^2O liq.	$5^{Cal},9$
$C^4H^4O^4$ diss. + 2 K HO diss.	x

» En tenant compte de l'observation directe, nous aurons

$$20^{Cal},5 = x - 5^{Cal},9, \qquad \text{d'où} \qquad x = 26^{Cal},4.$$

» C'est justement cet effet que doit nous donner l'acide maléique lui-même dissous.

» Cela étant posé, nous avons le cycle suivant :



$C^4H^2O^3$ sol. + H^2O sol.	x
$C^4H^4O^4$ sol. + nH^2O liq.	$4^{Cal},4$
$C^4H^4O^4$ diss. + 2 KHO diss.	$26^{Cal},4$

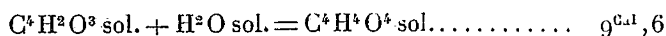
En combinant ce résultat avec la valeur thermique de la réaction 2°, nous obtenons l'équation

$$31,6 = x - 4,4 + 26,4$$

ou finalement

$$x = +9^{Cal},6.$$

Telle doit être la chaleur d'hydratation de l'anhydride maléique, lorsqu'il nous fournit l'acide du même nom



$C^4H^2O^3$ sol. + H^2O sol. = $C^4H^4O^4$ sol. . . . . $9^{Cal},6$

» Si, au contraire, cet anhydride, en s'hydratant, nous donnait de l'acide fumarique, la chaleur d'hydratation serait

$$31,6 - 20,5 = +11^{\text{Cal}},1.$$

» Ainsi la valeur probable de la transformation de l'acide maléique en acide fumarique, l'anhydride maléique étant déjà formé, ou (ce qui revient au même) pendant l'hydratation même, pourrait être égale à environ

$$+1^{\text{Cal}},5,$$

nombre identique à la différence des chaleurs de dissolution.

» Cette valeur n'est pas assez considérable pour pouvoir déterminer immédiatement la transposition intramoléculaire, une fois l'hydratation commencée. Mais elle le pourra, lorsque celle-ci sera accompagnée par un procédé exothermique; il semble que c'est ce qui a lieu dans l'action d'un acide haloïde hydrique sur l'anhydride maléique ([1]). »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la dissociation des chlorhydrates d'amines et des sels d'acides gras dissous.* Note de M. **J.-A. Muller.**

« On sait que les sels d'amines ainsi que les sels solubles de certains acides gras, tels que les sels alcalins des acides de la série $C^nH^{2n}O^2$, sont en partie dissociés dans leurs solutions aqueuses, avec formation corrélative d'acide et de base libre, ou de sels acides ou basiques hydratés. Mais il est en général difficile de montrer, par des expériences simples et faciles à exécuter, le fait de cette dissociation. Or, j'ai trouvé que la phénolphtaléine, grâce à sa fonction d'acide très faible, se prête admirablement à des expériences de ce genre.

» Si l'on ajoute, par exemple, à une solution concentrée d'un chlorhydrate d'amine, additionné de quelques gouttes de teinture de phénolphtaléine, assez d'amine libre pour obtenir un liquide coloré en rose, cette liqueur se décolore quand on l'étend d'eau rigoureusement neutre, ou bien quand on la chauffe. Pour que l'expérience soit bien concluante dans ce dernier cas, on enferme le liquide dans le réservoir d'un tube thermométrique, comme s'il s'agissait de construire un thermomètre : la surface

---

([1]) Travail fait au laboratoire de M. Berthelot (Collège de France).

libre du liquide en expérience devient alors négligeable et l'évaporation de l'amine, pendant le chauffage du tube, n'est pas à craindre. La solution de chlorhydrate, décolorée par suite d'une élévation de température, reprend sa coloration primitive par refroidissement; décolorée par dilution, elle peut de nouveau être colorée, en y ajoutant une certaine quantité d'amine libre. Cette quantité surpasse souvent le centuple de celle qu'exige un égal volume d'eau pure, additionnée de quelques gouttes de teinture de phénolphtaléine, pour arriver à la même teinte rouge. Les faits qui précèdent montrent que, dans la dissociation d'un chlorhydrate d'amine en présence de la phénolphtaléine, l'action de l'acide chlorhydrique mis en liberté est plus grande que celle de l'amine sur ce phénol.

» Un grand nombre d'alcaloïdes, tels que la pyridine, les picolines de l'huile de Dippel, la lutidine du goudron de houille, l'hydroxylamine, etc., ne sont pas propres à des essais de ce genre, parce que ces alcaloïdes donnent une coloration trop faible ou n'en donnent même aucune avec la teinture de phénolphtaléine, même en présence de beaucoup d'eau.

» Les expériences précédentes peuvent être répétées avec des solutions de sels alcalins d'acides gras; mais, dans ce cas, l'on trouve que ces liquides deviennent alcalins soit par dilution, soit par suite d'une élévation de température; la base forte mise en liberté, pendant la dissociation du sel, prime ici l'influence de l'acide libre ou du sel acide, formé en même temps, sur le réactif sensible.

» En opérant comparativement avec les sels sodiques des acides formique, acétique, propionique, butyrique normal et valérique, j'ai ainsi trouvé que les teintes rouges sont d'autant plus fortes, toutes choses égales d'ailleurs, que le poids moléculaire de l'acide considéré est lui-même plus élevé; la différence de coloration est surtout sensible entre le butyrate et le valérate de sodium. Ce résultat était du reste à prévoir, car M. Berthelot a montré depuis longtemps (1) que les sels sodiques des acides énumérés plus haut ont, à l'état solide, une chaleur de formation d'autant plus faible que leur poids moléculaire est plus élevé, et l'on sait d'ailleurs que, pour les corps de même fonction chimique, les plus stables sont en général ceux dont la chaleur de formation est la plus grande.

» Avec les sels neutres potassiques ou sodiques des acides minéraux forts, on n'observe aucun changement de coloration en présence de la phénolphtaléine, soit qu'on étende leurs solutions, soit qu'on les chauffe

---

(1) *Bulletin de la Société chimique de Paris*, t. XXIII, p. 292.

au bain-marie; de plus, si l'on ajoute des quantités égales de potasse ou de soude à un même volume d'eau pure et de solution salée, additionné d'une même quantité de phénolphtaléine, les liquides se colorent également en rouge : les sels appartenant à cette dernière classe sont donc parfaitement stables dans leurs solutions. »

BOTANIQUE. — *Sur la formation et la différenciation des éléments sexuels qui interviennent dans la fécondation*. Note de M. **Léon Guignard**, présentée par M. Duchartre.

« Les observations que je poursuis depuis quelques années sur la fécondation m'ont permis de vérifier et de découvrir un certain nombre de faits, sur lesquels il est d'autant moins inutile d'appeler l'attention que les phénomènes morphologiques qui précèdent ou accompagnent cet acte important sont loin d'être suffisamment connus.

» Cette première Note a pour but d'indiquer la façon dont les éléments sexuels se forment et se différencient chez les plantes angiospermes, d'une part dans le grain de pollen, d'autre part dans le sac embryonnaire. Ces phénomènes peuvent surtout être étudiés chez les Monocotylédones, et en particulier dans le Lis, la Fritillaire, la Tulipe, etc., dont les noyaux cellulaires sont relativement gros.

» I. C'est un fait déjà connu que le noyau primitif du grain de pollen donne naissance, à un certain moment, par karyokinèse normale, à deux noyaux autour desquels le cytoplasme se partage inégalement pour former deux nouvelles cellules, l'une végétative, l'autre génératrice. Cette dernière est libre à l'intérieur du grain de pollen et, presque aussitôt après sa naissance, son noyau diffère de celui de la cellule végétative par son aspect particulier et sa plus grande richesse en chromatine. A l'aide de réactions microchimiques, j'ai réussi à colorer d'une façon spéciale le cytoplasme de la cellule génératrice et à le suivre dans sa destinée jusqu'au moment de la fécondation.

» Après sa pénétration dans le tube pollinique, la cellule génératrice divise à son tour son noyau, suivant la marche normale de la karyokinèse, en deux nouveaux noyaux équivalents, qui prennent chacun la moitié du cytoplasme spécialisé qui leur revient : on a dès lors dans le tube pollinique deux cellules génératrices nues. Seul, dans la très grande majorité des cas, le noyau le plus rapproché de l'extrémité antérieure du tube pé-

nétrera dans l'oosphère pour opérer la fécondation : c'est le noyau mâle. Son cytoplasme propre s'appauvrit pendant l'allongement du tube pollinique, au point de devenir souvent méconnaissable et de ne pouvoir être distingué du cytoplasme de la cellule végétative qui remplit la région antérieure du tube. Toutefois, il m'a été possible, dans un certain nombre de cas, de le suivre jusqu'au moment où le tube pollinique arrive sur le sommet du sac embryonnaire; mais, après le passage du noyau mâle dans l'oosphère, ce cytoplasme ne se retrouve pas dans cette dernière cellule; par suite, le noyau seul intervient dans la fécondation. Il n'était pas superflu de vérifier ce fait, encore discutable, à l'aide de matériaux dans lesquels le cytoplasme accompagnant le noyau mâle pouvait être plus facilement observé.

» De l'étude des divisions nucléaires qui se succèdent par karyokinèse normale, à partir des cellules mères du pollen jusqu'à la constitution définitive des noyaux générateurs, résulte aussi cette conclusion générale que, dans une espèce donnée, tous les noyaux ont le même nombre de segments chromatiques. La différenciation sexuelle ne provient donc pas, comme l'a prétendu M. Ed. Van Beneden pour l'*Ascaris*, d'un mode spécial de division nucléaire (division pseudo-karyokinétique), qui serait caractérisée, dans le cas du noyau mâle, par l'élimination de segments chromatiques représentant la partie femelle du noyau dont il dérive, ce qui réduirait l'élément sexuel à l'état de demi-noyau. Remarquons aussi que la même conclusion s'applique au noyau femelle des plantes et au pronucleus femelle des animaux; ce qui confirme à la fois les résultats déjà signalés chez les premières par M. Strasburger, et chez les seconds par les zoologistes qui ont constaté, contrairement à l'opinion de M. Ed. Van Beneden, que la formation des pronucleus mâle et femelle a lieu par karyokinèse normale.

» II. Dans le sac embryonnaire, le noyau primitif donne naissance, comme l'on sait, à deux tétrades nucléaires occupant chacune l'une des extrémités de cette grande cellule. Presque aussitôt après leur formation, les deux premiers noyaux qui sont l'origine de chaque tétrade présentent une différence de volume très manifeste, surtout dans le Lis, la Fritillaire, etc., différence qui coïncide avec une inégalité dans le nombre des segments chromatiques. Ce nombre est fixe, pour une espèce donnée, dans chacun des noyaux de la tétrade supérieure d'où proviendra l'oosphère; il varie, au contraire, et se montre plus élevé, tout au moins dans les exemples

cités, dans les noyaux de la tétrade inférieure, dont le rôle est tout différent de celui de l'oosphère.

» Il se fait donc, entre les noyaux nés dans le sac embryonnaire, une différenciation très curieuse qui n'est pas de tous points comparable à celle que l'on observe dans le grain de pollen. En effet, elle se produit dans les noyaux sans que le cytoplasme se spécialise morphologiquement autour d'eux, comme c'est au contraire le cas pour la cellule génératrice et la cellule végétative du pollen; elle a lieu dans une même cellule, et c'est seulement après les dernières divisions nucléaires que l'oosphère et les synergides s'entourent d'une enveloppe délicate. Le résultat final, très intéressant, est le maintien dans le noyau de l'oosphère seul, chargé dans l'organe femelle de la transmission des caractères et propriétés héréditaires, du nombre déterminé de segments chromatiques propre à une espèce donnée.

» Il importe aussi de remarquer que, pour une même espèce végétale, le nombre des segments chromatiques du noyau mâle est égal à celui du noyau de l'oosphère ou noyau femelle. A en juger par les observations déjà assez étendues faites par M. Strasburger et par moi-même, ce nombre n'est fixe que dans les noyaux sexuels. Il en résulte que, dans la fécondation, l'union de ces noyaux a lieu à nombre égal de segments chromatiques. Ce fait, tout au moins très général, a été remarqué aussi chez les animaux.

» Dans une prochaine Note j'indiquerai la façon dont le noyau mâle s'unit au noyau femelle et les phénomènes qui s'accomplissent à ce moment dans l'œuf. »

BOTANIQUE. — *Sur la structure comparée des nœuds et des entre-nœuds dans la tige des Dicotylédones*. Note de M. **A. Prunet**, présentée par M. Duchartre.

« Dans une précédente Note ([1]), j'ai signalé les modifications de structure présentées par les faisceaux foliaires dans leur passage de la tige à la feuille et les transformations analogues que l'on peut observer à la base des axes floraux et des jeunes rameaux. On comprend que ces change-

([1]) *Comptes rendus*, 23 avril 1889.

ments apportent déjà un trouble profond dans la structure de la tige. Mais les tissus de la tige elle-même subissent, en général aux nœuds, des modifications remarquables.

» *Épiderme*. — Les cellules épidermiques prennent fréquemment des dimensions plus grandes, surtout au voisinage des faisceaux émergents (*Thalictrum saxatile, Crithmum maritimum*, etc.).

» *Parenchyme cortical*. — L'épaisseur de l'anneau cortical augmente principalement dans la région correspondant aux faisceaux sortants. Cet accroissement est dû à la dilatation des cellules corticales beaucoup plus qu'à leur multiplication; le nombre de ces cellules peut cependant augmenter sensiblement (*Hydrangea acuminata, Ricinus communis*, etc.). Lorsque l'écorce présente, à l'entre-nœud, un hypoderme collenchymateux, ses éléments prennent, en général au nœud, des parois moins épaisses et deviennent plus volumineux ou même sont remplacés par des cellules de parenchyme ordinaire (*Ricinus communis, Peperomia blanda*, etc.). Dans les cas où la sclérification atteint dans les entre-nœuds certaines cellules corticales, ce phénomène est moins accusé aux nœuds (*Hydrangea acuminata*, etc.). Lorsqu'un périderme se développe dans l'écorce, qu'il soit superficiel ou profond, il disparaît habituellement dans la région correspondant aux faisceaux émergents, ou, pour mieux dire, il ne s'y développe que plus tard, à la chute de la feuille. Parfois même, il disparaît complètement aux nœuds (*Leptodermis lanceolata*, etc.). En général, surtout lorsque le périderme est profond, les cellules du phelloderme ressemblent plus aux cellules corticales ordinaires et paraissent plus actives au nœud qu'à l'entre-nœud. Les cellules de l'écorce voisine de la région des faisceaux sortants s'allongent d'ordinaire tangentiellement dans la direction de ces faisceaux; ce fait est surtout net dans les tiges à feuilles opposées (*Phygelius capensis*, etc.) ou verticillées (*Nerium Oleander*, etc.).

» *Péricycle*. — En général, les fibres péricycliques deviennent moins nombreuses, en même temps que leurs parois s'amincissent et que leur calibre augmente, ces modifications étant surtout nettes au voisinage des faisceaux émergents (*Capparis spinosa*, etc.). Lorsque ces fibres forment à l'entre-nœud un anneau continu, cet anneau se dissocie fréquemment aux nœuds, formant des paquets limités à la partie externe des faisceaux libéro-ligneux (*Thalictrum saxatile, Polygonum orientale*, etc.). Elles peuvent même disparaître (*Houttuynia cordata*, etc).

» *Faisceaux libéro-ligneux*. — C'est dans le bois des faisceaux que s'ob-

servent les modifications les plus remarquables. Les vaisseaux diminuent de diamètre et deviennent plus nombreux, cette multiplication portant surtout sur les vaisseaux annelés et spiralés du centre. Les éléments de soutien des faisceaux disparaissent vers le centre sur une étendue plus ou moins grande et sont remplacés par du parenchyme à parois non lignifiées (*Mercurialis annua, Coprosma lucida, Solanum laciniatum, Strobilanthes Sabiniana*, etc.). Ils peuvent même disparaître complètement dans des nœuds portant des feuilles arrivées à l'état adulte (*Vitis vinifera, Canarina Campanulata, Begonia Richardsoni*, etc.). Quelle que soit la mesure dans laquelle ils persistent, les éléments de soutien ont, en général, aux nœuds des parois plus minces et un calibre plus grand. Dans un grand nombre de cas, l'épaisseur totale de l'anneau ligneux augmente (*Hydrangea acuminata, Muehlenbeckia complexa*, etc.). Enfin, d'autres fois, les modifications deviennent telles que la structure du bois est absolument différente (*Thalictrum saxatile, Polygonum orientale, Muehlenbeckia sagittifolia*, etc.). Les rayons médullaires deviennent ordinairement plus nombreux, plus larges, en même temps que leurs éléments amincissent leurs parois et s'agrandissent, surtout dans le sens radial. Ces modifications sont particulièrement sensibles au voisinage des faisceaux émergents.

» Toutes ces particularités de structure ont évidemment pour résultat de faciliter les mouvements des liquides.

» *Moelle*. — Les cellules médullaires sont fréquemment plus volumineuses, parfois aussi plus nombreuses (*Vitis vinifera, Strobilanthes Sabiniana*, etc.); mais, ordinairement, le diamètre total de la moelle s'accroît dans des proportions moindres que celui de l'écorce. Les ponctuations deviennent habituellement plus nombreuses et plus grandes, en particulier, au voisinage des faisceaux émergents. Là aussi, ces ponctuations prennent une orientation remarquable : elles sont toujours allongées dans le sens tangentiel; il en est fréquemment de même, du reste, dans toutes les cellules de la périphérie de la moelle. Les cellules médullaires les plus voisines des faisceaux sortants s'allongent toujours dans le sens radial; dans certains cas, même, la presque totalité des cellules de la moelle s'allonge dans la direction des faisceaux émergents (*Zygophyllum morgsana*, etc.).

» Ces diverses particularités de structure des tissus nodaux peuvent ne pas se trouver réunies ou n'être pas également accusées dans une plante donnée, mais quelques-unes s'y rencontrent toujours.

» La présence d'une vrille exagère ordinairement le développement du tissu de soutien, surtout dans les tissus voisins de l'émergence.

» On comprend que toutes ces particularités, jointes à celles que présentent les faisceaux émergents, doivent aboutir au même résultat : rendre plus faciles les mouvements des liquides entre la tige et ses appendices. Si, pour une cause quelconque, la température vient à s'accroître brusquement, les feuilles, les fleurs, les jeunes rameaux trouveront dans les tissus très aqueux des nœuds une certaine provision de liquide en attendant qu'un nouvel équilibre se soit établi entre l'apport par les vaisseaux et les pertes par transpiration. D'autre part, l'eau en excès s'accumulera dans les tissus nodaux lorsque, pour une raison quelconque, les pertes par transpiration deviendront inférieures à l'apport par les vaisseaux.

» Si l'on rapproche de ce qui précède l'abondance habituelle des matériaux de réserve dans la région nodale, la richesse plus grande des cellules en protoplasma, en chlorophylle, la multiplication des cellules cristalligènes et en général des appareils sécréteurs, on voit que les nœuds représentent sans doute, non seulement des organes de réserve aqueuse, mais encore de réserve nutritive, et qu'ils jouent un rôle plus actif que les autres parties de la tige dans l'élaboration et les transformations des principes immédiats.

» Toutes les modifications des nœuds de la tige aérienne sont, on le voit, liées à la transpiration qui s'exerce par les feuilles; aussi on ne les trouve pas dans les tiges souterraines dont les feuilles se réduisent à des écailles; on ne les trouve pas non plus à l'insertion des cotylédons hypogés, lesquels constituent des feuilles bien développées, mais qui ne transpirent pas. »

GÉOLOGIE. — *Sur la formation des roches nummulitiques.* Note de M. de Folin, présentée par M. A. Milne-Edwards.

« Plusieurs cas se sont présentés, qui m'ont donné l'occasion de dire que le sarcode rhizopodique se trouve très abondamment répandu sur tous les fonds sous-marins et plus particulièrement dans toutes les vases; que c'est là que l'on rencontre les premiers termes de l'ordre des Rhizopodes réticulaires. Les parcelles rudimentaires en lesquelles il est d'abord disséminé sont déjà aptes à produire une sécrétion qu'elles emploient pour opérer une sorte de condensation de leur substance en incorporant des poussières minérales, se préparant ainsi à en user pour se composer des demeures.

» Il est nécessaire, afin que l'on puisse voir comment le fait que nous avons à signaler se relie à ces opérations, que nous disions de nouveau par quel mode elles s'effectuent, et de rappeler que c'est par elles que l'organisme progresse et arrive aux termes les plus élevés de l'ordre.

» Il est utile aussi de remarquer qu'en incorporant au protoplasme des corpuscules qui lui sont étrangers, le Rhizopode inaugure l'application de la règle qui fixe sa méthode de travail, que son procédé s'élargit, mais reste le même lorsqu'il construit des murailles en cimentant des matériaux également étrangers, tout comme il s'est adjoint des pseudostes.

» Si l'on place un Rhizopode arénacé sur une plaque de verre, et si on l'imbibe d'acide azotique, il ne tarde pas à perdre sa rigidité et sa solidité, et, après quelques instants, il se désagrège presque de lui-même; cela s'explique : un des éléments de la liaison des tissus, la sécrétion, se trouve dissoute par l'acide. Si on laisse tomber une goutte d'eau sur les matériaux composant la muraille, ils se séparent, s'étalent et laissent voir le sarcode qui, ainsi qu'un axe, occupait la position centrale. Les grains de sable transparents, car ce sont toujours de petits fragments de quartz qui ont été employés, montrent, sur quelques-unes de leurs faces, des restes de sarcode qui y sont encore appliqués. Autour d'eux, ces restes sont bien plus abondants et sont encore disposés de façon que l'on peut facilement discerner qu'ils servaient de liaison entre les grains de sable. On peut également reconnaître que, pour remplir cet office, il y avait combinaison entre le sarcode et la sécrétion, mélange (le sarcodesme) qui rendait cette liaison solide et permettait d'édifier les enveloppes en obéissant, pour ce qui regardait la forme, aux exigences de l'espèce.

» Ce qui se lit ainsi sur la plaque de verre et qui résume toute la question du travail des Rhizopodes, c'est que le sarcode de ces animaux sécrète une matière dont il use pour composer un ciment au moyen duquel il fixe les matériaux qu'il emploie. C'est d'une application de cette formule qu'il va être question.

» De nombreux échantillons de grès en formation proviennent de nos dragages dans la fosse de Cap-Breton; quelques-uns ont été soumis au traitement acide et donnèrent des résultats semblables à ceux qui avaient été obtenus avec les enveloppes arénacées. Cette expérience fut faite postérieurement à la constatation que je vais faire connaître, dans le but d'obtenir un point de comparaison de même sorte que celui fourni par les demeures des Rhizopodes, et plus en rapport avec le fait découvert.

» Ayant eu l'occasion de remarquer que, dans certains Foraminifères

fossiles, on retrouvait des restes de sarcode, je voulus rechercher s'il en était ainsi dans les Nummulites si abondantes à Biarritz. Les expériences que je fis à ce sujet me montrèrent que la gangue qui enveloppait ces Foraminifères donnait, par le traitement acide, des résidus exactement semblables à ceux des grès de la fosse et aussi à ceux des enveloppes de Rhizopodes. Après de scrupuleux examens et des comparaisons répétées des restes de nombreuses décalcifications, je me suis cru autorisé à affirmer que les roches nummulitiques sont formées par le travail d'un organisme qui l'exécute exactement selon la formule qui se dégage des observations faites sur les Rhizopodes; que, de plus, la matière organique que l'on retrouve ne paraît nullement différer de celle qui a servi à constituer les enveloppes de ceux-ci; que ce travail est donc celui d'un animal de cet ordre. »

GÉOLOGIE. — *Recherches chimiques sur les tests fossiles de Foraminifères, de Mollusques et de Crustacés*. Note de M. **Stanislas Meunier**.

« Il y a quelques mois, M. de Folin appela mon attention sur les résultats auxquels venait de le conduire l'étude microscopique des roches nummulitiques des environs de Biarritz : après leur dissolution dans les acides, elles lui avaient fourni un résidu floconneux auquel il n'hésitait pas à attribuer une nature organique et qu'il qualifiait de *matière sarcodique*. Un grand nombre d'échantillons me permirent de contrôler ces assertions, et je me rendis au désir que voulait bien m'exprimer mon correspondant, d'ajouter une étude chimique à ses observations. Les difficultés furent plus grandes que je n'avais cru d'abord, et je ne me flatte pas de les avoir vaincues toutes.

» La première chose à faire était d'obtenir la matière floconneuse aussi pure que possible : celle que je reçus en premier lieu était mêlée d'une énorme quantité de sable et d'argile. En répétant les essais de préparation sur des roches nummulitiques des environs de Paris, je reconnus que la gelée y est moins abondante, comme ciment des Foraminifères, que dans l'épaisseur même de ceux-ci. Des *Nummulites lævigata*, provenant de calcaire grossier inférieur de Sept-Monts (Aisne), furent partiellement dissoutes dans l'acide chlorhydrique étendu, et rendues ainsi parfaitement propres et d'un blanc de lait : on les transporta d'abord dans un second vase où le nouvel acide acheva presque leur dissolution, et c'est seulement le résidu

de cette seconde opération, représentant 2,233 pour 100 du poids des Nummulites qui fut examiné.

» Ce résidu m'a paru remarquable : à première vue, on pourrait être tenté de le prendre pour une simple argile très fine; car, à moitié desséché, il est très plastique, et ce n'est qu'après un temps très long qu'il se sépare de l'eau qui le suspendait. Mais il suffit d'en faire rougir quelques parcelles sur la lame de platine, pour les voir brunir, puis se carboniser et laisser enfin, après leur combustion, un abondant résidu rougeâtre. Si, d'un autre côté, on chauffe dans un tube quelques décigrammes de la matière avec de la chaux sodée, on obtient un très fort dégagement d'ammoniaque. C'est donc bien une substance azotée, véritablement animale.

» Le composé organique dont il s'agit ne représente d'ailleurs que 16,66 pour 100 au plus de la matière légère et floconneuse, où il est associé très intimement à une matière minérale, et la présence de celle-ci en rend l'analyse mal commode. Des dosages d'hydrogène, sous forme d'eau, de carbone sous forme d'acide carbonique et d'azote sous forme d'ammoniaque, conduisent à y supposer :

Carbone	64
Hydrogène	5
Azote	12
Oxygène (par différence)	19
	100

» Mais je ne donne ce résultat qu'avec réserve.

» Des faits analogues aux précédents, quoiqu'un peu moins nets, à cause de la difficulté d'isoler les tests de la roche ambiante, m'ont été fournis par le calcaire à milliolites des environs de Paris et même, malgré leur âge incomparablement plus ancien, par des marbres à fusulines du département de Saône-et-Loire; dans ces divers cas, la matière organique carbonisable et fortement azotée a été reconnue avec certitude.

» Représente-t-elle réellement, comme le pense M. de Folin, le sarcode des Foraminifères fossilisés? La réponse est d'autant plus malaisée, que j'ai reconnu que les Foraminifères ne jouissent à cet égard d'aucun privilège. En effet, sur le bienveillant conseil de M. Milne-Edwards, j'ai recherché la matière organique dans le test fossilisé de divers Mollusques et même dans celui des intéressants Crustacés, tels que le *Psammocarcinus Hericarti* dont on lui doit la découverte dans les sables moyens du Gué, à Tresme près de

Meaux. Or, j'ai constamment retrouvé le composé organique avec la même composition et les mêmes propriétés.

» Quelques centaines de grammes de tests bien lavés (j'ai opéré sur 500^{gr} de *Cytherœa splendida* des environs d'Étampes, sur 150^{gr} de Crustacé, etc.) sont attaqués par l'acide chlorhydrique faible, en quantité insuffisante pour dissoudre toute la masse; quand l'effervescence a cessé, on agite le liquide et, après le dépôt des matières les plus lourdes, on décante. Les flocons se déposent lentement et l'on peut, après une nouvelle décantation, les déposer sur un biscuit de porcelaine où la substance se dessèche.

» Comme dans le cas des Nummulites, elle est d'un gris clair avec un éclat soyeux très spécial, et le composé organique y est mélangé d'une très forte proportion d'éléments minéraux. Ceux-ci, comprenant un peu d'argile et de matière siliceuse, consistent surtout en petites aiguilles cristallines, très remarquables au microscope par leur activité sur la lumière polarisée. Leur existence chez les Crustacés et chez les Mollusques montre bien que ce sont simplement des cristaux et non pas, comme on pouvait le supposer d'abord, le produit de la fossilisation de spicules.

» Il est facile de reconnaître par les réactions chimiques que ces cristaux, qu'on retrouve très aisément dans les coupes minces de tests fossiles, spécialement chez le *Cytherœa*, consistent en carbonate de chaux.

» Je crois qu'on doit voir dans les composés organiques dont il s'agit un résidu des animaux fossiles, comparable pour le règne animal aux combustibles charbonneux d'origine végétale; c'est à leur existence qu'il faut sans doute rattacher la découverte de l'azote, si fréquemment répétée par Delesse dans l'analyse des roches sédimentaires. »

MINÉRALOGIE. — *Sur un kersanton pyrénéen : son âge, ses affinités avec l'ophite*. Note de M. **J. Caralp**.

« Entre Audressein et Alas (Ariège), à 100^{m} en amont de cette dernière localité, se trouve, sur les bords mêmes du Lez, une roche cristalline intéressante, formant dyke en plein terrain secondaire. Sa richesse en mica noir et feldspath, sa texture granitoïde largement accusée porteraient d'abord à y voir une apophyse filonienne du granit si répandu dans le pays de Castillon, si une observation plus attentive ne permettait d'y constater l'absence à peu près complète du quartz; la roche d'ailleurs est effervescente avec les acides ordinaires et éprouve, si l'on continue le traitement

à chaud, une perte de 20 à 25 pour 100. L'examen microscopique montre qu'elle est essentiellement composée de *mica biotite* plus ou moins altéré et de *feldspaths plagioclases* (oligoclase et labrador) en association granitoïde. Elle rentre donc minéralogiquement dans le groupe des kersantons.

» Comme dans les roches de la rade de Brest, on y reconnaît de la *calcite* et de l'*apatite*, celle-ci principalement concentrée dans le mica où elle se révèle par le molybdate d'ammoniaque. A ces éléments accidentels viennent s'ajouter le *fer oxydulé*, disséminé parfois à profusion dans ce dernier minéral, la *chlorite*, plus rarement le *quartz* et la *pyrite de fer*, enfin, et en abondance, des produits ferrugineux analogues à l'*hématite*, épigénisant fréquemment tous les minéraux ferrifères.

» Le microscope y décèle en outre un minéral qu'on n'y soupçonnerait pas au premier abord : c'est le *péridot olivine*. Il se présente à l'état de plages cristallines, moulant les feldspaths et les englobant par places, plages incolores à la lumière naturelle, dénuées de polychroïsme, offrant, entre deux nicols, de vives couleurs d'interférence ; parmi les nombreuses cassures le plus souvent irrégulières qui les parcourent, on distingue parfois, mais sous forme de traits discontinus, les clivages rectangulaires à extinction parallèle, caractéristiques de ce silicate magnésien ; dans certains points, l'olivine présente un réseau de cassures assez complexe ; il est habituellement, dans ce cas, entouré et en partie imprégné de produits jaunâtres, de nature ferrugineuse, résultant de son altération. En employant, à titre de contrôle, l'analyse mécanique, j'ai pu séparer ce minéral à l'état de granules jaune clair, comme dans la lherzolite altérée, à peu près infusibles, devenant jaune rougeâtre à la flamme oxydante du chalumeau, et donnant, avec les prussiates de potasse et le phosphate de soude ammoniacal, les réactions du fer et de la magnésie. Aux plages d'olivine sont juxtaposés d'autres éléments cristallins qui, par l'extinction oblique de leurs clivages, paraissent se rapporter à des variétés décolorées de *pyroxène*.

» Pyroxène et péridot, d'ailleurs intimement liés l'un à l'autre, sont de consolidation postérieure aux feldspaths. Cette particularité, jointe à l'allongement de ces derniers minéraux suivant l'arête pg^1, rapproche ce kersanton des ophites et, en particulier, de l'ophite de Laprabende (Landes), composée essentiellement, d'après M. Michel Lévy (1), de fer

(1) Michel Lévy, *Ophites des Pyrénées* (*Bulletin de la Société de Géodésie de France*, p. 164; 1877).

oxydulé, feldspath labrador, pyroxène diallagique et serpentine provenant de péridot. Au pyroxène de cette ophite, substituons le mica noir, et les deux roches, si dissemblables en apparence, deviennent à peu près identiques. Or la substitution que nous supposons ici a été maintes fois réalisée par la nature : la transformation, par voie épigénique, du pyroxène et de l'amphibole en mica noir a été souvent constatée par les micrographes; elle est d'ailleurs évidente, sans l'emploi du microscope, dans nombre de roches éruptives, notamment dans une ophite à grands cristaux d'amphibole, située à peu de distance : ajoutons que le mica de notre kersanton, toujours dénué de polychroïsme, présente parfois, réunis sur une même plage, les clivages du pyroxène, de l'amphibole et du diallage.

» Du rapprochement de ces faits, résulte pour nous l'opinion que le kersanton d'Alas ne serait autre chose qu'une ophite altérée, dans laquelle le pyroxène a été converti en mica noir. Ce dernier minéral a été d'ailleurs signalé dans certaines ophites à titre d'élément accessoire; d'après M. Kuhn (1), il paraît dans certains cas jouer un rôle essentiel. Or il est généralement admis en Pétrographie, à la suite des belles recherches de M. Michel Lévy en France, de M. Macpherson en Espagne, que les ophites pyrénéennes sont des roches augitiques en quelque sorte dégénérées, dans lesquelles le pyroxène augite est devenu, en partie ou en totalité, du diallage, de l'ouralite ou de l'amphibole. L'altération en mica noir représenterait un stade plus avancé, auquel il conviendrait d'ajouter, comme *processus ultime,* l'altération chloriteuse et ferrugineuse. Il résulte de ces métamorphoses que, suivant l'état du minéral basique, l'ophite a des affinités multiples, tantôt avec les roches augitiques, tantôt avec les roches amphiboliques, diallagiques ou micacées, et, par conséquent, avec la diabase, la diorite, le gabbro, le kersanton.

» En somme, bien que se rapprochant des kersantons par ses caractères extérieurs et sa composition générale, la roche d'Alas me paraît se rattacher *génétiquement* à la famille ophitique, dans laquelle elle constituerait, par son facies, un type aberrant. C'est à ce titre que j'ai cru devoir la signaler.

» D'autre part, les circonstances du gisement m'ont permis de fixer, d'une manière précise, l'âge de cette roche éruptive. Le filon ophitique, qui traverse le Lez sur une largeur de 6^m à 8^m, est flanqué, en amont comme

(1) Johannes Kuhn, *Recherches sur les ophites des Pyrénées*, traduction Brœmer (*Bulletin de la Société d'Histoire naturelle de Toulouse*, p. 21; 1881-1886).

en aval, de schistes noirs et de conglomérats appartenant à la base du lias moyen. La roche cristalline est complètement passive par rapport à ces assises, qu'elle n'a modifiées d'aucune façon et dont elle n'a troublé en rien l'allure régulière. La présence, dans les conglomérats, de galets très nets de la roche éruptive prouve, d'une façon péremptoire, l'antériorité de son épanchement par rapport au lias moyen; d'un autre côté, l'ophite a englobé des fragments assez volumineux d'un calcaire cristallin qui, étant donnée la nature granitique du substratum du lias dans ces parages, ne saurait appartenir qu'aux calcaires du lias inférieur, puissamment développés près de là. Dans le vallon du Sour, j'ai trouvé des fragments analogues, empâtés dans un calcaire saccharoïde reposant sur les marnes bariolées du trias supérieur. L'épanchement de cette roche date donc des premiers temps de la période jurassique, autre particularité qui la rapproche des ophites de cette région, toutes venues au jour vers la fin du trias ou au début de l'époque liasique. »

M. **Th. Mœhrlen** adresse une Note relative à l'utilisation des marées comme force motrice.

M. **Émile Thomas** adresse une Note « sur un point de Mécanique ».

La séance est levée à 4 heures et demie. M. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 10 mars 1890.

(*Suite.*)

Thèses présentées à la Faculté des Sciences de Paris pour obtenir le grade de Docteur ès Sciences mathématiques; par M. E. Carvallo. (*Influence du terme de dispersion de Briot sur les lois de la double réfraction. — Méthode pratique pour la résolution numérique complète des équations algébriques ou transcendantes.*) Paris, Gauthier-Villars et Fils, 1890; 2 br. in-4°.

D'une cause de dépérissement de la vigne et des moyens d'y porter remède;

par REINHOLD DEZEIMERIS. Bordeaux, Feret et Fils; Paris, G. Masson, 1887-1889; 2 br. gr. in-8°.

Sur la résonance multiple des ondulations électriques de M. Hertz *se propageant le long de fils conducteurs; par* MM. ED. SARASIN et L. DE LA RIVE. (*Bibliothèque universelle. — Archives des Sciences physiques et naturelles.* Troisième période. Tome XXIII. N° 2. 15 février 1890.) Genève, Bureau des Archives, 1890; br. in-8°.

La conquête pacifique de l'Afrique occidentale par le Soleil. CH. TELLIER. Paris, J. Michelet, 1890; 1 vol. in-8°.

Les Champignons. — Traité élémentaire et pratique de Mycologie; par J. MOYEN. Paris, J. Rothschild, 1 vol. in-8°. (Renvoyé au concours du prix Desmazières.)

Recherches sur les tremblements de terre; par JULES GIRARD. Paris, Ernest Leroux, 1890; 1 vol. in-18. (Présenté par M. Daubrée.)

L'année scientifique et industrielle; par LOUIS FIGUIER. Trente-troisième année (1889). Paris, Hachette et C[ie], 1 vol. in-16. (Présenté par M. Bouquet de la Grye.)

Bibliothèque photographique. — La photographie aérienne par le cerf-volant; par ARTHUR BATUT. Paris, Gauthier-Villars et Fils, 1890; 1 vol. in-8°.

Étude sur les eaux de la ville de Laigle (Orne); par L. LONCLE. 1890; br. in-8°.

Traité de Zoologie médicale; par RAPHAEL BLANCHARD. Tome second. Paris, J.-B. Baillière et Fils, 1890; 1 vol. gr. in-8°. (Présenté par M. Milne-Edwards.)

Les anesthésiques. — Physiologie et applications chirurgicales; par A. DASTRE. Paris, G. Masson, 1890; 1 vol. gr. in-8°. (Présenté par M. Chauveau.)

Note sur l'homicide par flagellation; par le D[r] BARRET. Lyon, A. Storck, Paris, G. Steinheil, 1890; br. gr. in-8°.

Recueil des Lois, Décrets, Ordonnances, Arrêtés, Décisions et Rapports relatifs à l'origine, à l'institution, à l'organisation et à la direction du Conservatoire national des Arts et Métiers, et à la création des cours publics de cet Établissement. Paris, Imprimerie nationale, MDCCCLXXXIX; br. gr. in-8°.

Mémoires de l'Académie des Sciences, Inscriptions et Belles-Lettres de Toulouse. Neuvième série, Tome I. Toulouse, Douladoure-Privat, 1889; 1 vol. gr. in-8°.

Revue des Sciences et des Lettres. Troisième année, n° 5. Paris; broch. gr. in-8°.

Annales de la Société géologique de Belgique. Tome XIV, 2ᵉ livraison; Tome XVI, 1ʳᵉ livraison. Liège, H. Vaillant-Carmanne, 1889; 2 vol. gr. in-8°.

Annales de la Société royale malacologique de Belgique. Tome XXIII (quatrième série, tome III). Année 1888. Bruxelles, P. Weissenbruch; 1 vol. gr. in-8°.

Corso elementare di prospettiva lineare; per ROMOLO TREVISANI. Milano, Antonio Vallardi; br. in-8°.

ERRATA.

(Séance du 20 janvier 1890.)

Note de MM. *C. Chabrié* et *L. Lapicque*, Sur l'action physiologique de l'acide sélénieux :

Page 153, ligne 6, *au lieu de* comme un noyau, *lisez* comme possédant un noyau.

Même page, ligne 22, *au lieu de* une coloration rouge, *lisez* une coloration rouge régulièrement décroissante.

(Séance du 3 mars 1890.)

Note de M. *C. Chabrié*, Sur la densité de vapeur des chlorures de sélénium :

Page 461, ligne 2, *au lieu de* $D_{II} = 3,86$, *lisez* $D_{II} = 3,81$.

N° 11.

TABLE DES ARTICLES. (Séance du 17 mars 1890.)

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE

NOMINATIONS.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

CORRESPONDANCE.

N° 11.

SUITE DE LA TABLE DES ARTICLES.

PARIS. — IMPRIMERIE GAUTHIER-VILLARS ET FILS,
Quai des Grands-Augustins, 55.

1890

PREMIER SEMESTRE.

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES
DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

TOME CX.

N° 12 (24 Mars 1890).

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS ET FILS, IMPRIMEURS-LIBRAIRES

DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

Quai des Grands-Augustins, 55.

1890

RÈGLEMENT RELATIF AUX COMPTES RENDUS,

ADOPTÉ DANS LES SÉANCES DES 23 JUIN 1862 ET 24 MAI 1875.

Les *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie* se composent des extraits des travaux de ses Membres et de l'analyse des Mémoires ou Notes présentés par des savants étrangers à l'Académie.

Chaque cahier ou numéro des *Comptes rendus* a 48 pages ou 6 feuilles en moyenne.

26 numéros composent un volume.

Il y a deux volumes par année.

ARTICLE 1er. — *Impression des travaux de l'Académie.*

Les extraits des Mémoires présentés par un Membre ou par un Associé étranger de l'Académie comprennent au plus 6 pages par numéro.

Un Membre de l'Académie ne peut donner aux *Comptes rendus* plus de 50 pages par année.

Les communications verbales ne sont mentionnées dans les *Comptes rendus*, qu'autant qu'une rédaction écrite par leur auteur a été remise, séance tenante, aux Secrétaires.

Les Rapports ordinaires sont soumis à la même limite que les Mémoires; mais ils ne sont pas compris dans les 50 pages accordées à chaque Membre.

Les Rapports et Instructions demandés par le Gouvernement sont imprimés en entier.

Les extraits des Mémoires lus ou communiqués par les correspondants de l'Académie comprennent au plus 4 pages par numéro.

Un Correspondant de l'Académie ne peut donner plus de 32 pages par année.

Dans les *Comptes rendus*, on ne reproduit pas les discussions verbales qui s'élèvent dans le sein de l'Académie; cependant, si les Membres qui y ont pris part désirent qu'il en soit fait mention, ils doivent rédiger, séance tenante, des Notes sommaires, dont ils donnent lecture à l'Académie avant de les remettre au Bureau. L'impression de ces Notes ne préjudicie en rien aux droits qu'ont ces Membres de lire, dans les séances suivantes, des Notes ou Mémoires sur l'objet de leur discussion.

Les Programmes des prix proposés par l'Académie sont imprimés dans les *Comptes rendus*, mais les Rapports relatifs aux prix décernés ne le sont qu'autant que l'Académie l'aura décidé.

Les Notices ou Discours prononcés en séance publique ne font pas partie des *Comptes rendus*.

ARTICLE 2. — *Impression des travaux des Savants étrangers à l'Académie.*

Les Mémoires lus ou présentés par des personnes qui ne sont pas Membres ou Correspondants de l'Académie peuvent être l'objet d'une analyse ou d'un résumé qui ne dépasse pas 3 pages.

Les Membres qui présentent ces Mémoires sont tenus de les réduire au nombre de pages requis. Le Membre qui fait la présentation est toujours nommé; mais les Secrétaires ont le droit de réduire cet Extrait autant qu'ils le jugent convenable, comme ils le font pour les articles ordinaires de la correspondance officielle de l'Académie.

ARTICLE 3.

Le *bon à tirer* de chaque Membre doit être remis à l'imprimerie le mercredi au soir, ou, au plus tard, le jeudi à 10 heures du matin; faute d'être remis à temps, le titre seul du Mémoire est inséré dans le *Compte rendu* actuel, et l'extrait est renvoyé au *Compte rendu* suivant, et mis à la fin du cahier.

ARTICLE 4. — *Planches et tirage à part.*

Les *Comptes rendus* n'ont pas de planches.

Le tirage à part des articles est aux frais des auteurs; il n'y a d'exception que pour les Rapports et les Instructions demandés par le Gouvernement.

ARTICLE 5.

Tous les six mois, la Commission administrative fait un Rapport sur la situation des *Comptes rendus* après l'impression de chaque volume.

Les Secrétaires sont chargés de l'exécution du présent Règlement.

Les Savants étrangers à l'Académie qui désirent faire présenter leurs Mémoires par MM. les Secrétaires perpétuels sont priés de les déposer au Secrétariat au plus tard le Samedi qui précède la séance, avant 5h. Autrement la présentation sera remise à la séance suivante

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 24 MARS 1890,

PRÉSIDENCE DE M. HERMITE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

MÉCANIQUE. — *Sur un dynamomètre de transmission à lecture directe et enregistrement photographique*. Note de M. MASCART.

« Le principe des dynamomètres de transmission consiste à réunir l'appareil moteur aux organes destinés à recevoir le travail par une liaison déformable dont les déplacements relatifs déterminent l'effort à chaque instant et permettent d'évaluer le travail transmis.

» Ce problème a déjà reçu différentes solutions, dont quelques-unes ont été mises en pratique; celle que je propose paraîtra peut-être présenter des avantages par sa simplicité.

» Supposons d'abord que l'arbre de commande soit coupé et que les bouts soient terminés par deux poulies, de même diamètre, reliées par un système de ressorts. La poulie de commande A porte un repère qui se meut en face d'une division tracée sur la surface extérieure de la poulie

entraînée B. Le déplacement du repère est proportionnel au couple moteur si la déformation des ressorts est uniforme et, dans tous les cas, la graduation en sera faite par expérience.

» Plusieurs méthodes permettent de lire les indications du repère pendant que l'arbre est animé d'un mouvement de rotation. On peut avoir recours à un système d'éclairage instantané qui fait apparaître les divisions pendant un temps très court, au moment où l'échelle occupe une position déterminée dans chaque révolution. Une méthode équivalente consiste à employer un obturateur mobile à fente étroite qui découvre les divisions assez rapidement pour qu'elles n'aient pas de mouvement appréciable. La persistance des impressions sur la rétine permet de faire les lectures dans les deux cas, mais il en résulte des dispositions expérimentales assez compliquées et une grande perte de lumière.

» Il est préférable d'employer un système optique mobile qui donne une image fixe pendant une fraction notable de la période de révolution. Sous cette forme, le problème comporte une solution générale. Avec une lentille de longueur focale F, dont le centre optique est à un instant déterminé sur le rayon qui passe par le repère, si R est le rayon des poulies, $R+f$ celui du centre optique, il se produira une image I à la distance $R+f'$ donnée par la relation

$$\frac{1}{f}+\frac{1}{f'}=\frac{1}{F}.$$

» En appelant V la vitesse de la poulie et V' celle de l'objectif dans le même sens, on voit aisément que l'image reste immobile pour la condition

$$\frac{V}{V'}=\frac{f+f'}{f'}=\frac{f}{F}. \tag{1}$$

» L'image est visible pendant tout le temps que la lentille met à parcourir un angle ayant pour sommet le point I et pour ouverture l'étendue du champ. Comme le rapport des vitesses V et V' est constant, il est facile de commander par l'arbre le mouvement de la lentille.

» Si l'image est virtuelle et située sur l'axe même de rotation, l'équation (1) se réduit à

$$\frac{V}{V'}=\frac{R}{R+f}.$$

» Les vitesses étant proportionnelles à la distance à l'axe, la lentille

peut être montée sur l'arbre même et entraînée avec lui. Il est vrai qu'une seule des divisions se trouve exactement sur l'axe et paraît immobile; mais l'image de la poulie par la lentille est une surface cylindrique qui paraît tourner autour de l'une de ses génératrices; le déplacement apparent des divisions situées de part et d'autre est alors une quantité du second ordre et on les aperçoit très nettement dans une grande étendue.

» On peut évidemment remplacer la lentille par deux réflexions à angle droit sur des miroirs parallèles, de manière à produire une image virtuelle sur l'axe; mais la lentille est d'une installation plus facile et elle présente l'avantage que l'image est agrandie comme par une loupe.

» Lorsque la rotation est lente, l'image est assez durable pour que l'on fasse les lectures sans difficulté; cette image paraît continue par suite de la persistance des impressions quand la période est plus courte, et l'éclat apparent est diminué dans le rapport de 2π à l'ouverture angulaire de l'échelle visible.

» J'ai admis d'abord que l'arbre avait été coupé, ce qui peut être difficile dans certains cas; mais il est facile de l'éviter. La poulie entraînée B est folle sur l'arbre, et montée sur un manchon qui porte également la poulie sur laquelle s'enroulent les courroies de transmission; la plupart des installations mécaniques permettraient une telle modification dans les organes.

» J'ai installé ce dynamomètre sur une machine à vapeur de 10^{chx}, qui sert à l'éclairage du Bureau central météorologique. Une petite lampe éclaire les divisions; on observe le déplacement du repère soit à l'œil, en se plaçant dans le voisinage, soit avec une simple lorgnette, à la distance de 5^m ou 6^m. Le repère paraît osciller entre plusieurs divisions; mais on reconnaît aisément que les écarts révèlent des variations réelles du travail transmis dues aux coups de piston de la machine ou au passage des nœuds des courroies sur les poulies de petit diamètre. Quand on modifie le travail absorbé par la machine électrique, le déplacement du repère indique les modifications correspondantes du travail fourni par le moteur. Dans une usine où le moteur principal entretient la marche de plusieurs machines différentes, on pourrait ainsi, par les variations du repère qui correspondent à la suppression ou au rétablissement d'un outil, déterminer le travail absorbé par chacun d'eux. J'ajouterai que, pour éviter les flexions de l'axe, il est nécessaire que les ressorts établis entre les deux poulies A et B soient disposés d'une manière symétrique.

» L'appareil comporte un enregistrement photographique; il suffit de

remplacer le repère par un index qui chevauche sur les divisions et de produire une image réelle sur une fente derrière laquelle se meut une feuille de papier sensible. Si la lentille est attachée à la poulie qui porte l'échelle, chacune des divisions tracera une ligne droite, et le repère indiquera la courbe des couples moteurs. On évite même de mesurer le nombre de tours en faisant marcher le papier sensible par l'arbre : la surface comprise entre la courbe du repère, la division d'effort nul et deux ordonnées qui limitent un intervalle de temps déterminé est proportionnelle, sauf le tarage des ressorts, au travail transmis correspondant. On peut enfin provoquer, par un mouvement d'horlogerie, la formation d'un signal sur le papier photographique à intervalles réguliers; l'épreuve porte alors toutes les indications nécessaires pour calculer en chevaux-vapeur la puissance transmise à chaque instant.

» On arriverait au même résultat en faisant mouvoir le papier sensible par une horloge, et l'appareil à signaux par l'arbre lui-même. Si le signal a lieu chaque fois que l'arbre a fait un nombre de tours déterminé, la vitesse de la machine est en raison inverse de la distance des signaux sur l'épreuve. »

ASTRONOMIE. — *Sur l'observatoire de Tananarive.* Note de M. **Mascart**.

« J'ai l'honneur de mettre sous les yeux de l'Académie, au nom du P. Colin, quelques photographies de l'observatoire construit, à l'altitude de 1400^m, au sommet d'une colline située à quelques kilomètres de Tananarive, non loin des ruines de l'ancien village d'Ambohidempona. C'est un véritable monument en pierre de taille, muni de quatre coupoles, et qui paraît comporter des services importants. Sur l'initiative de M. Le Myre de Vilers, alors résident général de Madagascar, ce bel établissement a pu être édifié sans crédit spécial, à l'aide des ressources fournies par des personnes ou des associations désireuses de donner leur concours au développement de notre influence dans le pays.

» Plusieurs de nos grandes institutions ont contribué à constituer le matériel scientifique encore bien incomplet; à l'exemple de ses deux collègues, les PP. Roblet et Camboué, dont l'Académie connaît les travaux, le Directeur, le P. Colin, en tire le meilleur parti et fait preuve d'un grand dévouement. Outre les observations astronomiques, le P. Colin a organisé un service régulier d'observations météorologiques

avec postes secondaires en différents points de l'île, à Tamatave, Fianarantsoa, le fort Dauphin, Majunga, Diego Suarez, Mananjary et Arivonimano ; un magnétographe est en voie d'installation.

» Nous pourrons ainsi avoir les renseignements les plus précieux sur le climat inconnu de Madagascar et sur la marche générale des phénomènes météorologiques dans les mers voisines.

» L'observatoire de Tananarive mérite tous les encouragements de l'Académie et ne peut manquer d'appeler l'attention des amis de la Science. »

CHIMIE. — *Sur les condensations de l'oxyde de carbone et sur la pénétrabilité du verre par l'eau;* par M. **Berthelot**.

« Voici une expérience sur la formation des dérivés condensés de l'oxyde de carbone par l'effluve électrique, dans laquelle il semble difficile d'admettre que l'électricité ait pu transporter de l'eau à travers le verre, de façon à l'amener jusqu'à l'oxyde de carbone. L'appareil employé est celui que j'ai figuré dans les *Annales de Chimie*, 5e série, t. X, p. 79. L'éprouvette qui renferme l'oxyde de carbone est entourée extérieurement par un large ruban de platine, fixé par simple pression et relié à l'un des pôles d'une grosse bobine Ruhmkorff, munie d'un interrupteur Marcel Deprez. A l'intérieur de l'éprouvette pénètre l'une des branches d'un tube en V, fermé par un bout, mais ouvert à l'extrémité de sa branche extérieure; ce tube est rempli d'acide sulfurique étendu, mis en communication par un fil avec l'autre pôle de la bobine. C'est l'eau de ce tube qui serait transportée à travers le verre jusque dans l'oxyde de carbone, d'après les expériences de notre Confrère M. Schützenberger. Sans révoquer en doute le moins du monde les faits matériels qu'il a observés, il est permis de dire que l'explication n'en est pas établie, l'eau pouvant provenir de diverses autres sources accidentelles. En tous cas, on peut se mettre à l'abri de toute pénétration de ce genre par le procédé suivant. Au lieu de placer le tube en V, qui contient le liquide aqueux, en contact direct par sa face extérieure avec l'oxyde de carbone, on l'enveloppe d'un ruban de platine disposé en spirale et l'on environne le tout d'un second tube de verre concentrique, plein d'air, droit, fermé par son bout supérieur comme le tube rempli de liquide, et assez long pour descendre au-dessous de la

surface du mercure de la cuve, qui ferme l'éprouvette contenant l'oxyde de carbone. Tous les tubes, éprouvettes, lames métalliques, sont d'abord desséchés avec soin à l'étuve, et le mercure séché autant que possible. On remplit alors l'éprouvette d'oxyde de carbone pur et parfaitement sec, sur la cuve à mercure; on y introduit le tube en V, revêtu de son manchon de verre, avec la lame de platine, interposée entre deux au sein d'un espace d'air et destinée à jouer le rôle de condensateur : ce point est essentiel. Dans ces conditions, l'action de l'effluve ne s'exerce pas directement entre le tube qui contient le liquide aqueux et l'oxyde de carbone; mais, je le répète, par l'intermédiaire d'un espace annulaire plein d'air et au travers d'un second tube de verre. Si l'électricité entraînait l'eau, en lui donnant la propriété de traverser le verre du premier tube, il devrait rester quelque trace de cette eau dans le second tube de verre et sur la lame de platine interposée; il semble même que quelque portion de l'air de l'espace annulaire devrait être entraînée en même temps par l'action électrique.

» En fait, l'action de l'effluve, dans ces conditions, s'est exercée sur l'oxyde de carbone; à peu près comme dans les conditions ordinaires, précédemment observées par Brodie et par moi. 300 volumes de gaz ont été réduits en quelques heures à 238 (ramenés à la même température et pression), lesquels contenaient 17 volumes d'acide carbonique : un quart environ du gaz primitif avait été détruit. Le surplus était de l'oxyde de carbone pur, que le protochlorure de cuivre acide a absorbé, en laissant seulement une bulle inférieure à $0^{vol},5$, c'est-à-dire à 2 millièmes [1]; bulle comparable à celle que laissait un même volume d'oxyde de carbone primitif, traité directement par le même absorbant. Ces nombres conduisent aux rapports C^8O^6 pour la matière contenue dans le gaz disparu, rapports qui sont les mêmes déjà observés dans mes expériences antérieures (*Annales de Chimie et de Physique*, 5e série, t. X, p. 72).

» J'ai fait d'abord un examen spécial et très attentif de l'intérieur du manchon de verre, au travers duquel l'effluve s'était propagée, ainsi que de la lame de platine intérieure, interposée entre ce manchon et le tube en V; mais je n'ai pas pu y déceler une trace sensible d'eau.

» Je crois dès lors difficile d'admettre que l'eau ait été transportée à travers l'épaisseur des deux tubes concentriques et celle de l'air qui les sépa-

---

(1) Encore provient-elle en partie du déplacement de l'azote dissous dans la liqueur cuivreuse.

rait, dans les conditions où je me suis placé. La pénétrabilité du verre par l'eau, sous l'influence électrique, si elle pouvait être conçue *a priori* comme possible avec certains verres exceptionnels, ne paraît pas constituer un phénomène général.

» L'examen du produit condensé a fourni la contre-épreuve, quoique d'une façon moins directe et moins démonstrative. Ce produit est brunâtre, avec une partie plus blanche sur les bords, et il offre les caractères déjà signalés. Il attire l'humidité de l'air avec une extrême rapidité. La distillation d'un tel produit hydraté fournit alors de l'eau, condensable en quantité notable. Au contraire, dans son état primitif, c'est-à-dire tel que je l'ai obtenu au sein du tube, en présence d'une masse très limitée de mercure, et avant tout contact, même très court, avec l'atmosphère, des essais fondés sur la destruction du produit par la chaleur rouge, en présence d'un volume connu d'air sec, et sur l'évaluation consécutive de l'état hygrométrique de cet air (1), ont montré qu'il ne se formait point ainsi d'eau liquide et que la dose de vapeur d'eau développée était si faible que le produit initial ne contenait pas une dose d'hydrogène supérieure à un millième; trace attribuable au contact du verre et du mercure, malgré les précautions prises.

» Quoi qu'il en soit, je désire appeler l'attention sur cette aptitude que présente l'oxyde de carbone à former des composés condensés et polymérisés, stables seulement jusqu'à des températures inférieures au rouge. Elle est facile à comprendre, en raison du caractère incomplet et non saturé de la molécule d'oxyde de carbone et de sa fonction d'anhydride formique. C'est à la formation temporaire d'un composé du même ordre que j'attribue aujourd'hui la réaction singulière en vertu de laquelle l'oxyde de carbone fournit des traces d'acide carbonique et un léger dépôt de charbon : non seulement au rouge blanc, par dissociation supposée, comme H. Deville l'avait reconnu, mais à une température à peine supérieure au rouge sombre et susceptible d'être réalisée dans un tube de verre, ainsi que je l'ai signalé il y a longtemps. Ce commencement d'altération de l'oxyde de carbone à basse température contraste avec la

(1) Le mercure qui limite la surface inférieure du gaz dans l'éprouvette forme un miroir brillant, dont la température initiale est connue et susceptible d'être ramenée à un degré voulu : la condensation de la moindre trace d'eau y est aussi manifeste que sur la surface argentée d'un hygromètre; cette méthode est, comme le savent les physiciens, extrêmement sensible.

grande stabilité du même gaz à haute température, laquelle lui maintient des propriétés comparables à celles des gaz simples jusque vers 4400° (¹), d'après les expériences faites sur les mélanges détonants. Comme l'altération de l'oxyde de carbone vers le rouge sombre ne répond pas à une variation exceptionnelle dans les chaleurs spécifiques à basse température, elle ne peut guère être expliquée que par la formation de petites doses de composés condensés, existant seulement au-dessous du rouge, et qui se détruisent ensuite, à la façon des dérivés de l'oxyde de carbone produits sous l'influence de l'effluve. J'ai obtenu, en effet, des indices positifs de la formation de semblables composés, non seulement par l'effluve électrique, mais par la seule action de la chaleur : je reviendrai prochainement sur cette question que j'étudie depuis plusieurs mois. »

CHIMIE AGRICOLE. — *Remarques au sujet des observations de M.* Berthelot *sur les réactions entre la terre végétale et l'ammoniaque atmosphérique.* Note de M. **Th. Schlœsing.**

« Entre M. Berthelot et moi, existent des divergences d'opinion assez accentuées sur quelques questions de Chimie agricole, ainsi que le témoignent un certain nombre de Notes insérées aux *Comptes rendus*.

» La discussion sert parfois à élucider un point de la Science; dans le cas présent, elle est inutile; car toutes les discussions du monde ne valent pas un fait bien observé. Le fait de l'absorption de l'ammoniaque aérienne par la terre végétale est maintenant bien observé, et d'ordre général, quoi qu'en dise M. Berthelot. Je ne crois donc pas devoir répondre aux observations de mon Confrère.

» Je lui signalerai seulement un passage de sa dernière Note. D'après lui, je n'ai pas donné de l'absorption de l'ammoniaque atmosphérique par la terre végétale la seule preuve décisive, la preuve directe fondée sur la mesure exacte de la perte d'ammoniaque éprouvée par l'air dirigé dans le canal où j'ai placé mes terres. En formulant ce reproche, M. Berthelot n'a pas vu qu'on pourrait le retourner contre ses propres expériences sur la fixation de l'azote gazeux par la terre végétale. Dans aucune de ses expériences la fixation de l'azote n'a été démontrée par une preuve directe

---

(¹) *Annales de Chimie et de Physique*, 6e série, t. IV, p. 67, 68 (en commun avec M. Vieille). Voir aussi les expériences de MM. Mallard et Le Chatelier.

fondée sur la perte d'azote éprouvée par l'atmosphère qui enveloppait la terre.

» En bonne justice, il ne faut pas être plus difficile pour les autres que pour soi-même. »

PHYSIOLOGIE GÉNÉRALE. — *Observation microscopique de la contraction des fibres musculaires vivantes, lisses et striées;* par M. L. Ranvier.

« Un muscle dont les éléments sont à l'état de contraction n'est pas nécessairement raccourci. Qu'un obstacle mécanique s'oppose à son raccourcissement au moment où il est sollicité à se contracter par la volonté ou par une excitation artificielle, il deviendra dur, se mettra en état de contraction sans rien perdre de sa longueur; il sera tétanisé tendu.

» Ce sont ces considérations physiologiques qui m'avaient guidé dans les expériences que j'ai faites autrefois pour étudier le mécanisme de la contraction musculaire (1). Ces expériences, qui consistaient à fixer, au moyen d'injections interstitielles d'acide osmique, les fibres des muscles tétanisés tendus, n'ont pas été répétées, que je sache, par d'autres observateurs. On a persisté, à l'exemple d'Engelmann, à fonder toute théorie de la contraction sur l'observation des ondes artificielles qui se produisent dans les fibres musculaires des insectes immergés dans l'alcool.

» Voyant que mes premières expériences n'étaient pas du goût des physiologistes, j'en ai fait d'autres qui entraîneront, sans doute, la conviction. Elles reposent sur la connaissance des éléments musculaires de la membrane rétrolinguale de la Grenouille, dont j'ai donné la description dans une Note antérieure (2). Ces éléments sont des faisceaux striés rubanés d'une grande minceur. Lorsque la membrane qui les contient a été convenablement tendue sur le disque de ma chambre humide et fixée à l'état d'extension au moyen de l'anneau de platine (3), leur structure se montre très clairement si, pour l'observer, on emploie un bon objectif à immersion.

» Les disques épais, les disques minces et les espaces clairs s'y succè-

(1) *Leçons sur le système musculaire*, 1875-1876, et *Traité technique d'Histologie*.

(2) *Comptes rendus*, 10 mars 1890.

(3) *Traité technique d'Histologie*, 2e édition, p. 62.

dent dans leur ordre régulier, et rien n'en obscurcit l'image, surtout dans les faisceaux les plus minces, les plus rubanés, ceux qui, je le suppose, ne sont formés que d'une seule rangée de fibrilles. Ces fibrilles, dont les limites latérales ne peuvent guère être aperçues dans la membrane vivante, deviennent, au contraire, nettes, lorsque cette membrane a été traitée tendue par l'alcool fort et colorée ensuite par le picrocarminate d'ammoniaque. Elles apparaissent alors comme des filaments très grêles, montrant tous les détails de la striation musculaire et dans lesquels les disques épais ont les dimensions suivantes : longueur, 2^{μ}; épaisseur, $0^{\mu},7$. Ces disques sont donc des cylindres dont l'axe et le diamètre sont dans la proportion de trois à un. C'est là un fait à retenir, parce qu'il constitue une donnée très importante dans le problème de la contraction.

» Je reviens maintenant à l'observation des fibres striées dans la membrane rétrolinguale étendue vivante sur le disque de la chambre humide au moyen de l'anneau de platine et placée dans un liquide physiologique, par exemple, le sérum du sang, l'humeur aqueuse, la solution de chlorure de sodium à 7,5 pour 1000.

» Avant d'ajouter la lamelle couvre-objet et de fermer la préparation avec de la paraffine, il faut disposer deux électrodes de papier d'étain, de telle sorte que le courant électrique que l'on se propose d'établir passe par l'axe des fibres musculaires sur lesquelles on veut observer la contraction. C'est là une opération sans difficulté, parce que, la membrane étant maintenue par l'anneau de platine, l'application et même le changement de place des languettes de papier d'étain ne pourraient la déranger.

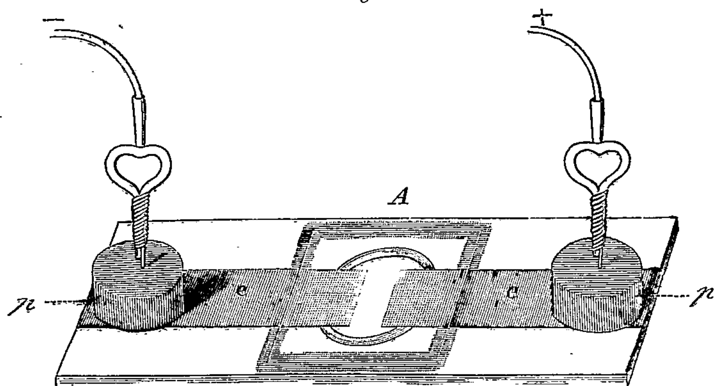
» Les choses étant ainsi disposées, c'est-à-dire la membrane rétrolinguale étant bien tendue, les électrodes bien disposées, la lamelle de verre soigneusement fixée par une bordure de paraffine, l'occlusion de la préparation assurée par une couche d'huile d'olive, dont on recouvre la bordure de paraffine, on procède à l'examen microscopique avec un bon objectif à immersion.

» Parmi les faisceaux musculaires qui doivent se trouver sur le trajet du courant, on en choisit un dans lequel les détails de la striation se montrent nettement. Pour terminer la préparation de l'expérience, il suffit maintenant de mettre en contact les deux électrodes de papier d'étain avec les fils conducteurs d'un petit appareil d'induction à chariot, muni d'un interrupteur et d'un trembleur.

» Il y a bien des manières d'établir ce contact; mais le plus simple, le plus commode, pour l'observateur au microscope, consiste à terminer les

fils de l'appareil électrique par deux masses de plomb cylindriques qu'on laisse simplement reposer sur les bandes de papier d'étain (*fig.* 1). Ces masses sont percées à leur centre pour laisser passer un fil de platine, que l'on replie au-dessous d'elles (*fig.* 2). C'est par ce fil que passe le courant. Sa portion repliée est exactement appliquée sur la feuille d'étain par le poids de la masse de plomb.

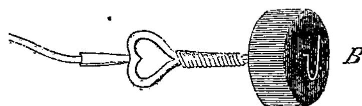
Fig. 1.



A, porte objet électrique; *e*, électrodes de papier d'étain; *p*, masses de plomb servant à établir le contact des fils conducteurs de l'appareil électrique avec les électrodes.

» L'appareil d'induction est animé par une petite pile au bichromate de potasse. Les deux bobines sont d'abord fortement écartées; on établit le courant et on le rompt au moyen de l'interrupteur, tandis que l'on observe

Fig. 2.



B, une des masses de plomb de la figure précédente vue de trois quart, pour montrer le fil de platine qui la traverse et qui est replié au-dessous d'elle.

au microscope la fibre musculaire qui doit subir l'excitation de la clôture et de la rupture. S'il ne s'y produit aucun mouvement, on rapproche progressivement les bobines, en répétant l'opération jusqu'à ce qu'une première rupture produise la contraction de la fibre observée. On obtient ainsi un courant suffisant, dont l'application, même fréquemment répétée, n'amènera pas une trop grande fatigue de l'élément musculaire. C'est ainsi que j'ai pu montrer successivement aux auditeurs de mon cours, sur un seul faisceau strié, plusieurs secousses de rupture et la contraction tétanique

résultant des interruptions fréquentes obtenues au moyen du trembleur de la machine d'induction.

» Il est donc facile, en suivant la méthode que je viens d'exposer, de faire l'observation comparative des éléments musculaires à l'état de repos et à l'état de contraction. Cette observation conduit à reconnaître, ainsi que je le soutiens depuis longtemps, que le stade homogène et l'inversion imaginés par Merckel n'existent pas. En effet, la striation ne disparaît dans aucune des phases du phénomène, et rien n'est changé dans les rapports des disques épais, des disques minces et des espaces clairs qui se succèdent dans les fibres musculaires, lorsque de l'état de repos elles passent à l'état de contraction.

» Dans un muscle tétanisé tendu, les disques épais ont une moins grande longueur, tandis que les espaces clairs et les disques minces sont agrandis. Les disques épais paraissent donc être les seules parties contractiles des fibres striées. Leur diminution de longueur est encore beaucoup plus considérable, cela se comprend, dans un muscle tétanisé qu'on laisse revenir sur lui-même.

» On a vu plus haut que, dans les fibres musculaires tendues, les disques épais ont la forme de bâtonnets; dans les fibres contractées, leur longueur est diminuée, mais leur largeur est augmentée. Ils ont pris une forme nouvelle, correspondant à une surface plus petite. Ils tendent, en un mot, à devenir sphériques, parce que la sphère est la forme qui correspond à la plus petite surface. Les disques épais d'un muscle qui se contracte se comportent donc comme ces petites masses de mercure que notre ingénieux Confrère M. Lippmann (1) soumet à l'excitation électrique.

» J'arrive maintenant à l'observation des muscles lisses vivants à l'état de repos et à l'état de contraction. Ces muscles sont composés de cellules qui correspondent aux faisceaux des muscles striés. Comme les faisceaux striés, les cellules des muscles lisses sont composées de fibrilles; mais ces fibrilles, au lieu d'être constituées par des particules de nature différente et qui se suivent dans un ordre déterminé (disques épais, disques minces, espaces clairs), ont une constitution homogène. Elles correspondent à un seul disque épais. C'est ainsi que les choses me semblent devoir être comprises.

» Les fibres des muscles lisses se contractent au moins aussi bien que

---

(1) Lippmann, *Relations entre les phénomènes électriques et capillaires* (*Annales de Chimie et de Physique*, 1875).

les fibres striées, puisqu'elles se raccourcissent davantage; on ne saurait donc établir sur la striation la base d'une théorie de la contraction, comme l'ont fait la plupart de mes prédécesseurs. La striation est en rapport avec le mode de la contraction, mais non pas avec la contraction elle-même : les muscles striés se contractent brusquement; les muscles lisses se contractent lentement.

» Pour observer au microscope les fibres musculaires lisses vivantes à l'état de repos et à l'état de contraction, il suffit de disposer le mésentère du Triton crêté ([1]) sur le disque de la chambre humide, de le maintenir au moyen de l'anneau de platine, d'y disposer convenablement les électrodes de papier d'étain, etc., et de procéder comme pour exciter les fibres striées de la membrane rétrolinguale de la Grenouille. Seulement, je dois prévenir ceux qui répéteront cette expérience que, pour déterminer la contraction des fibres lisses, ils doivent employer un courant tétanisant un peu fort. Rien ne paraît changé dans la structure de la fibrille des muscles lisses lorsqu'elle passe du repos à la contraction. Elle perd de sa longueur et augmente d'épaisseur. Elle tend en un mot à la forme qui réduirait sa surface aux plus petites dimensions. »

MÉCANIQUE. — *Sur la régularisation du mouvement des machines. Régulateur avec dynamo auxiliaire.* Note de M. A. **Ledieu**.

« L'importante question de la régularisation du mouvement des machines a suscité depuis plus de quarante ans les recherches analytiques d'un grand nombre de savants.

» En principe, cette régularisation dans l'intervalle de chaque tour s'obtient, on le sait, à l'aide du volant, ou au moyen de l'accouplement de plusieurs pistons moteurs sur l'arbre de couche. Mais la constance du nombre de tours à la minute dépend expressément du régulateur, aidé incidemment par le volant, qui lui laisse plus de temps pour contrecarrer les variations de ce nombre de tours, en les retardant.

» Les recherches analytiques ont surtout visé l'*isochronisme* du régulateur, c'est-à-dire la faculté de prendre et de garder, pour une *égale durée* de chaque tour, une série de positions d'équilibre, permettant à l'organe de distribution du fluide moteur qu'il commande, vanne, valve ou détente, de modifier cette distribution proportionnellement aux variations de la

([1]) Voir *Comptes rendus*, 27 janvier 1890, p. 167.

résistance que la machine doit vaincre à chaque instant, alors que dans les appareils anisochrones la modification dont il s'agit n'est réalisable qu'avec un certain changement de la durée en question. Mais l'isochronisme parfait rend le régulateur beaucoup trop sensible, et entraîne des oscillations de l'instrument. Or il résulte de là des variations de la vitesse de rotation de l'arbre de couche à périodes longues et presque indéfinies; et le phénomène se trouve même beaucoup plus accentué qu'avec les appareils anisochrones, où il est dû à l'inertie des boules. Aussi les calculs se sont bien vite portés vers la détermination d'un isochronisme mitigé; et l'on a déterminé les moyens d'obtenir un *degré voulu* d'isochronisme, c'est-à-dire la possibilité, pour la série sus-spécifiée de positions d'équilibre, de correspondre à une légère variation convenue de la durée de chaque tour.

» Nous avons donné *in extenso* dans un de nos Ouvrages [1] la théorie pratique, puis la description des nombreux régulateurs connus jusqu'ici; et nous y avons étudié, pour chacun d'eux, les trois facultés fondamentales que nous attribuons aux instruments de l'espèce : la *sensibilité*, la *vivacité* et l'*énergie*.

» Cette étude conduit à remarquer que les conditions d'isochronisme mitigé fournies par la théorie ne peuvent, même en fait, mettre à l'abri d'oscillations à longues périodes. Toutefois, on s'efforce en général de restreindre le phénomène au moyen d'un frein à huile, constitué par un petit piston qui joue dans un cylindre. Pour les machines à vapeur, on peut encore essayer d'améliorer les choses, en faisant modifier automatiquement la longueur du levier de commande de la valve, ou mieux en organisant le régulateur de façon qu'il actionne *à la fois* la valve et la détente : le premier de ces organes d'une manière continue, le second par intermittence pour certains degrés d'écartement des boules. La première opération a ici pour but de combattre la brusquerie des variations de mouvement; la seconde sert à régler la distribution du fluide moteur, de façon à équilibrer, autant que possible, la nouvelle valeur de la résistance, et maintenir de la sorte la rotation à son taux normal.

» *Malgré tout*, aucune solution ne s'est imposée jusqu'à présent.

» Aujourd'hui, chaque constructeur a son régulateur; et c'est par une série de tâtonnements habiles et d'approximations successives déduites d'appareils antérieurs qu'il arrive à des combinaisons généralement suffi-

[1] *Les nouvelles machines marines*, t. I, p. 673 à 697, et t. II, p. 252 à 345.

santes, basées, plus ou moins explicitement, sur ce que, en somme, il n'y a de stable que les équilibres dynamiques, et qu'il convient conséquemment d'accepter *a priori* un certain régime d'oscillations du régulateur. Il y a là l'application de la seule méthode rationnellement pratique, à l'encontre de l'emploi de formules *absolues*, qui ont donné lieu à tant de mécomptes.

» L'insuccès de ces formules tient à l'impossibilité de faire entrer dans des relations mathématiques, si heureusement disposées qu'elles soient, toutes les données du problème.

» Entre autres, on ne peut y introduire ni l'effort nécessaire au régulateur pour actionner l'organe qu'il commande, ni l'influence des temps perdus, causés par le manque de rigidité absolue des pièces, dans la transmission du changement de mouvement de l'arbre de couche au régulateur et de celui-ci audit organe, puis du piston moteur aux appareils et outils qu'il fait marcher.

» Mais il y a moyen d'utiliser, pour le but à atteindre, ces derniers temps perdus pris en sens contraire, c'est-à-dire provenant du temps nécessaire à la propagation du changement de grandeur de la résistance jusqu'au piston. Il suffit, en effet, d'en profiter *pour faire agir le régulateur un peu avant que l'influence du changement en vue se fasse ressentir dans le moteur.*

» Nous allons indiquer un dispositif qui conviendrait principalement pour le cas où les appareils et outils conduits sont loin de la machine, et mieux encore pour le cas où ceux-ci, éloignés ou non, sont très puissants et à action fréquemment intermittente. Il faut prévenir là des variations considérables et dangereuses de la rotation, en principe trop subites, malgré le volant, pour que ce dernier retarde suffisamment l'accélération du mouvement et permette au régulateur d'agir assez vite.

» Le système de débrayage de chaque arbre particulier qui commande, dans l'atelier, une série d'appareils ou d'outils, laisse passer, au moment de la manœuvre, le courant d'une pile dans un fil qui va aboutir à une petite dynamo installée près d'un régulateur ordinaire, indépendant toutefois de la pesanteur, et actionnant un écrou spécifié plus bas. Dans le cas de gros tours, où le débrayage est remplacé par l'éloignement du chariot porte-outil, et aussi pour les laminoirs, qui généralement ne se débrayent pas non plus, le passage du courant s'effectue par l'intermédiaire du chariot en question, ou du rouleau mobile du laminoir au moment où il se déplace par rapport au rouleau fixe.

» Le régulateur doit avoir ici son axe convergeant vers l'arbre de

couche, et être relié à ce dernier par un engrenage conique. La roue montée sur cet axe est beaucoup moins épaisse que la roue commandée par l'arbre de couche, laquelle possède une grande hauteur, et a, d'ailleurs, pour surface enveloppe un cône dont la génératrice est parallèle à l'axe en question. De plus, elle peut coulisser, à frottement doux, le long de deux clefs incrustées longitudinalement dans cette pièce. De la sorte, le *rapport* de la vitesse de rotation du régulateur à celle de l'arbre de couche peut prendre diverses valeurs.

» On détermine la convergence des axes de ces deux pièces, de manière que le *rapport* en question se modifie le plus rapidement possible.

» D'autre part, les deux roues d'engrenage sont taillées comme voici : les dents de la roue du régulateur ont le profil habituel qui correspondrait à la position moyenne de glissement de cette roue; de son côté, le profil des dents de la roue de l'arbre de couche a la forme ordinaire au milieu de la hauteur de la roue; mais aux autres endroits de cette hauteur, il se trace, suivant les règles connues, d'après le contour du profil unique de la roue du régulateur.

» Il existe, par ailleurs, un écrou se vissant ou se dévissant sur la partie inférieure de l'axe du régulateur, et venant appuyer contre l'une des faces de la roue du système, au moyen d'un manchon qui embrasse, avec jour, l'axe et ses clefs. Un ressort de rappel appuie sur la seconde surface de la roue.

» Enfin, un indicateur *instantané* du nombre de tours par minute, tel que le tachymètre Buss, associé à l'arbre de couche, commande un commutateur, qui laisse passer le courant, tant que ce nombre de tours possède une valeur égale ou supérieure à son taux normal, et qui, au contraire, renverse le courant dès que la rotation tombe au-dessous de ce taux.

» Dès lors, à l'instant du débrayage, le courant arrive à la dynamo; et le régulateur subit l'influence du changement de résistance, avant que ce changement se soit fait sentir sur le moteur, et par suite avant qu'il ait déterminé une modification du régime normal de la vitesse. Ce régime peut ainsi être sensiblement conservé constant malgré le débrayage.

» Au moment du réembrayage, le courant est interrompu à son point de départ. Il faut cependant que le régulateur puisse préparer d'avance l'admission de vapeur correspondant à l'accroissement d'action nécessitée par l'augmentation de la résistance qui se fera ressentir sur le piston moteur dans un instant, après le *temps perdu* pour la propagation de cette augmentation. Le courant doit donc pouvoir continuer à passer, et cela même

jusqu'à ce que l'arbre des outils ait repris sa rotation normale, puisque, au susdit moment, le régulateur se trouvera, en général, dans une position non adéquate à la marche de régime afférente au réembrayage, et que, en outre, la dynamo sera désamorcée.

» Pour obtenir ce dernier résultat, il suffit d'associer un tachymètre à l'arbre des outils, et de faire commander par l'instrument un commutateur laissant passer le courant tant que la rotation de cet arbre n'a pas atteint sa valeur normale. Mais il est nécessaire que le passage ait alors lieu en sens contraire de la direction convenant à l'opération du débrayage; car le régulateur a présentement besoin d'être actionné par la dynamo d'une manière opposée à celle qui convient au moment de cette opération.

» En étudiant le dispositif que nous venons d'écrire, on reconnaît que, outre ses qualités propres, il offre les mêmes avantages que les régulateurs isochrones, sans en entraîner les graves inconvénients.

» M. Marcel Deprez avait déjà proposé, avec son ingéniosité habituelle, d'appliquer l'électricité aux régulateurs; mais sa combinaison différait totalement de celle que nous venons de décrire. »

PALÉONTOLOGIE. — *Sur les Échinides crétacés du Mexique*. Note de M. COTTEAU.

« M. Antonio del Castillo, Directeur de l'École des Mines de Mexico, nous a communiqué un certain nombre d'Échinides recueillis au Mexique. Les espèces, au nombre de six, sont intéressantes non seulement au point de vue zoologique, mais encore au point de vue géologique; car elles fixent d'une manière à peu près certaine l'horizon stratigraphique des couches qui les renferment. Sur ces six espèces, trois sont propres jusqu'ici au Mexique.

» L'une d'elles, *Pseudocidaris Saussurei* P. de Loriol, est connue depuis longtemps par son test et par ses radioles. Rapportée à tort, en 1839, par Nyst et Galeotti, au *Cidaris glandifera* Goldfuss, elle a été plus tard décrite et figurée par M. de Loriol sous le nom de *Pseud. Saussurei*. Voisine du *Pseud. clunifera*, de l'étage néocomien, cette espèce en diffère par plusieurs caractères, que nous avons indiqués lorsque nous en avons donné la description.

» La seconde espèce est *Holectypus Castilloi* Cotteau, qui se distingue des *Holectypus* crétacés que nous connaissons par sa face supérieure convexe et légèrement conique, par sa face inférieure fortement concave, par ses aires ambulacraires bombées aux approches du péristome et surtout par son périprocte relativement petit, elliptique

dans le sens du diamètre antéro-postérieur, éloigné du péristome et placé près du bord postérieur. C'est un type tout particulier qui rappelle les grands *Holectypus* des étages aptien et albien.

» La troisième espèce, nouvelle et propre au Mexique, est *Enallaster mexicanus* Cotteau; elle offre quelque ressemblance avec *E. Delgadoi* P. de Loriol, de l'étage aptien du Portugal; elle s'en éloigne par les pores de l'aire ambulacraire antérieure impaire, dont la disposition et la structure sont différentes, et aussi par l'étroitesse des zones interporifères dans les aires ambulacraires paires antérieures et postérieures. Ces deux types sont voisins, mais il ne me paraît pas possible de les réunir.

» Les trois autres espèces rencontrées par M. del Castillo ont déjà été signalées en dehors du Mexique : *Diplopodia Malbosi* (Agassiz) Desor, n'est pas rare en France, à la Clape (Aude) et à Oppoul (Pyrénées-Orientales); les exemplaires mexicains, provenant de la vallée d'Arivechi (Sonora), malgré quelques légères différences, ne sauraient être distingués du type.

» Il en est de même du *Salenia prestensis* (Gras) Desor, recueilli à Guadelupe (Chihuahua); les quatre exemplaires que nous a communiqués M. del Castillo présentent bien les caractères des échantillons types de la Clape (Aude) et de la Presta (Val do Travers). La zone miliaire qui partage les aires interambulacraires est, il est vrai, un peu moins large, mais cette différence ne nous a pas paru suffisante pour établir une nouvelle espèce.

» La troisième espèce, déjà connue, est le *Lanieria Lanieri* (d'Orbigny) Duncan, assez commun à Cuba, où elle occupe un horizon encore mal défini, mais probablement crétacé. L'exemplaire unique rencontré par M. del Castillo, au Mexique, est très incomplet, mais il est parfaitement reconnaissable à sa forme haute, circulaire, globuleuse, rentrante et arrondie vers l'ambitus, plane autour du péristome; à son sommet ambulacraire central; à ses zones porifères très droites et linéaires; à ses plaques ambulacraires serrées, étroites, irrégulières; à ses plaques interambulacraires plus larges, beaucoup plus longues, correspondant à quatre ou cinq paires de pores. Bien que le péristome et le périprocte ne soient pas visibles, nous n'éprouvons aucune incertitude sur l'identité de cet exemplaire avec ceux qu'on rencontre à Cienfuegos (Cuba).

» L'étude de ces espèces nous donne des renseignements précieux sur l'âge des couches qui les renferment, la présence du *Diplopodia Malbosi*, du *Salenia prestensis*, et aussi de l'*Enallaster mexicanus* en raison du genre auquel l'espèce appartient, indique que les couches renfermant ces Échinides ne sont pas jurassiques, comme l'avait pensé Galeotti, ni sénoniennes, comme le croyait d'Orbigny, mais font partie du terrain crétacé inférieur, probablement des étages aptien ou albien. L'*Holectypus Castilloi*, bien qu'il constitue un type nouveau et très distinct, confirme cette opinion; car il rappelle, par sa grande taille et son appareil apical muni de cinq pores génitaux, les espèces d'*Holectypus* du terrain crétacé inférieur ou moyen.

» Le *Lanieria Lanieri* rencontré à San Luis, sur un autre point des

montagnes du Mexique, appartient, suivant toute probabilité, à des couches crétacées plus élevées, peut-être même au terrain éocène. Nous appelons toute l'attention de M. del Castillo sur cette curieuse espèce, dont le gisement, au Mexique comme à Cuba, n'est pas encore certain, et il serait bien à désirer que les fossiles associés, ainsi que les observations stratigraphiques, pussent faire connaître le niveau occupé par cette espèce. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination de Commissions de prix, chargées de juger les Concours de l'année 1890.

Le dépouillement du scrutin donne les résultats suivants :

Prix Montyon (Statistique). — MM. Lalanne, Haton de la Goupillière, Larrey, de Jonquières, Favé réunissent la majorité des suffrages. Les membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Bertrand et Faye.

Prix Fontannes. — MM. Gaudry, A. Milne-Edwards, de Quatrefages, Daubrée, Hébert réunissent la majorité des suffrages. Les membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Fouqué et Blanchard.

Prix Vaillant (Étude des refoulements qui ont plissé l'écorce terrestre; rôle des déplacements horizontaux). — MM. Daubrée, Fouqué, Hébert, Gaudry, Des Cloizeaux réunissent la majorité des suffrages. Les membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Damour et Grandidier.

Prix Gay (Faire l'étude orographique d'un système de montagnes par des procédés nouveaux et rapides). — MM. Daubrée, Fouqué, Hébert, Des Cloizeaux, Gaudry réunissent la majorité des suffrages. Les membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Bouquet de la Grye et d'Abbadie.

Prix Barbier. — MM. Bouchard, Verneuil, Chatin, Charcot, Duchartre réunissent la majorité des suffrages. Les membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Marey et Richet.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. E. Fontaneau soumet au jugement de l'Académie deux Mémoires : « Sur l'équilibre d'élasticité d'une enveloppe sphérique » et « Sur l'équilibre d'élasticité d'une plaque plane ».

(Commissaires : MM. Maurice Lévy, Boussinesq.)

M. Ribaucour adresse un Mémoire de Géométrie contenant la démonstration d'un grand nombre de théorèmes dont il avait depuis longtemps fait connaître les énoncés.

(Commissaires : MM. Bertrand, Darboux, Jordan.)

CORRESPONDANCE.

M. Louis Soret, nommé Correspondant pour la Section de Physique, adresse ses remerciements à l'Académie.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° La première Partie d'un Ouvrage de M. *R. Wolf*, ayant pour titre : « Handbuch der Astronomie, ihrer Geschichte und Literatur » ;

2° La première livraison du tome XIV des « Acta mathematica » publiés par M. *Mittag-Leffler*. (Présenté par M. Hermite.)

M. le Secrétaire perpétuel présente un Mémoire de Mécanique céleste adressé par la famille de M. *Cellerier*, de Genève.

Ce Mémoire est renvoyé à l'examen de MM. Bertrand, Tisserand et Poincaré.

MÉCANIQUE CÉLESTE. — *Études sur la théorie de la capture des comètes périodiques*. Note de M. O. CALLANDREAU, présentée par M. Tisserand.

« M. Tisserand a publié, l'année dernière, dans les *Comptes rendus*, et avec plus de détails dans le *Bulletin astronomique*, un beau travail sur la théorie de la capture des comètes. Cette théorie, qui a été aussi l'objet de Notes intéressantes de la part d'un savant américain distingué, M. H.-A. Newton, de New-Haven, ayant pour moi beaucoup d'attrait, j'ai profité avec empressement de la bienveillante proposition de M. Tisserand de continuer à étudier ce même sujet.

» Je vais indiquer sommairement les principaux résultats obtenus en suivant la voie ouverte par d'Alembert (*Opuscules mathématiques*, t. VI et VIII) et ensuite par Laplace (*Mécanique céleste*, livre IX, ch. II).

» Pour établir les équations fondamentales de la théorie, je décompose la vitesse relative V_0 de la comète à son entrée dans la sphère d'activité de la planète, soit Jupiter, en $V_0 \cos\omega$, composante suivant la direction du périhélie de l'orbite jovicentrique, et $V_0 \sin\omega$, suivant la direction perpendiculaire. Ensuite, j'écris les équations résultant de la projection sur les trois axes de coordonnées du parallélogramme des vitesses.

» Il y a lieu de remarquer que les équations analogues relatives à la sortie de la sphère d'activité résultent simplement du changement de ω en $180° - \omega$.

» Nous donnerons l'indice 0 aux quantités qui se rapportent à l'entrée, l'indice 1 à celles qui se rapportent à la sortie. La question est de déterminer les éléments a_1, e_1, ϖ_1, i_1, ..., au moyen des éléments analogues a_0, e_0, ..., en faisant intervenir le moins possible les éléments A, E, Π, I, ... de l'orbite jovicentrique, lesquels échappent à nos investigations. Les éléments de l'orbite de Jupiter sont désignés par des lettres accentuées; pour plus de simplicité, l'orbite de la planète est supposée circulaire.

» Les deux systèmes d'équations relatives à l'entrée et à la sortie donnent :

» 1° La relation

$$l_1 \cos\sigma_1 - l_0 \cos\sigma_0 = -2S.$$

σ est l'angle de la direction du mouvement de la comète avec la direction du mouvement de Jupiter; l est le rapport des vitesses de la comète et de Jupiter; $S = \frac{r'}{4}\left(\frac{1}{a_1} - \frac{1}{a_0}\right)$. Pour $a_0 = \infty$, on a à peu près $l_0 = \sqrt{2}$.

» Cette relation ne diffère pas de l'intégrale connue sous le nom d'*intégrale de Jacobi*.

» 2° L'expression de S au moyen des quantités qui définissent le point où la comète vient frapper la sphère d'activité et la direction du mouvement de la comète; on trouve

$$S = (l_0 \cos\sigma_0 - 1)\cos\omega + \Phi \sin\omega.$$

» Les deux quantités qui définissent le point d'arrivée dans la sphère d'activité sont ω et I; Φ ne dépend pas de ω et vérifie l'inégalité

$$\Phi^2 < l_0^2 \sin^2\sigma_0;$$

l'inégalité se transforme en égalité si le mouvement est plan.

» 3° Les deux systèmes d'équations, à l'entrée et à la sortie, montrent encore que la résultante géométrique des vitesses $v_1 - v_0$ est à très peu près égale à $2V_0 \cos\omega$; on voit que dans ce dernier résultat il n'intervient que l'*une* des deux quantités ω, I.

» Au moyen de 1° et 3°, on peut déterminer approximativement la direction de la vitesse parabolique v_0, si l'on suppose connus S et ω; le vecteur qui représente la vitesse v_0 est défini sur la sphère de rayon 1 par l'intersection d'un plan et d'un petit cercle. On peut interpréter ce résultat en disant qu'une série de comètes périodiques, dont les éléments diffèrent de quantités de l'ordre du rayon de la sphère d'activité, est susceptible d'être rattachée, non pas à une série unique, mais à deux séries au moins de comètes paraboliques.

» Une conséquence de 1° et 2° est la solution de la question : Étant donné le groupe des comètes périodiques supposées capturées par Jupiter, se mouvant toutes dans le sens direct, qu'en peut-on conclure pour les comètes paraboliques initiales?

» Il résulte des suppositions admises que pour toutes les comètes considérées on doit avoir

$$1 + (1 - 2S)\cos 2\omega - \Phi \sin 2\omega > 0.$$

ω variant d'une comète à l'autre, on est conduit à poser

$$(1 - 2S)^2 + l_0^2 \sin^2\sigma_0 < 1, \qquad \text{d'où} \qquad \cos^2\sigma_0 > \frac{1 + (1 - 2S)^2}{2}.$$

On en conclut que les distances périhélies des comètes paraboliques doivent être comprises entre $\frac{r'}{2}$ et r' (r' rayon de l'orbite de Jupiter).

» Ces résultats généraux, obtenus l'automne dernier, avaient besoin d'être précisés. En limitant le mouvement au cas du plan, j'ai donc étudié l'influence de la capture sur les éléments q, ϖ, ... autres que ceux a et e considérés déjà par M. Tisserand. On trouve que pour les comètes capturées de sens direct, la distance périhélie diminue $(q_1 < q_0)$. D'autre part, si $S > 0,207$, l'aphélie fait nécessairement un angle aigu avec le rayon vecteur de Jupiter. En ce qui concerne l'excentricité e_1, il y a une difficulté venant de ce que, pour plusieurs des comètes connues, la limite inférieure trouvée pour e_1 est trop grande.

» Pour éclaircir le doute qui pouvait tenir au défaut de précision des formules approchées, j'ai fait appel à l'intégrale de Jacobi, complétée par les termes du premier ordre dépendant de e' (ζ' anomalie moyenne de Jupiter)

$$\frac{1}{a_1} + \frac{2\sqrt{a'}}{r'^2}\sqrt{p_1} + \frac{2e'\sin\zeta'}{\sqrt{p_1 a'}} e_1 \sin(l'_1 - \varpi_1)$$
$$= \frac{1}{a_0} + \frac{2\sqrt{a'}}{r'^2}\sqrt{p_0} + \frac{2e'\sin\zeta'}{\sqrt{p_0 a'}} e_0 \sin(l'_0 - \varpi_0),$$

laquelle peut se mettre sous diverses formes et redonne un résultat indiqué par M. Tisserand quand on néglige les termes en $e'\sin\zeta'$.

» Une difficulté d'un autre ordre était à considérer. Il ne suffit pas de montrer que les comètes périodiques peuvent être produites par la capture, il faut encore expliquer comment les comètes hyperboliques que la capture pourrait engendrer nous échappent. Si l'on admet $\cos\sigma_0 < 0$ pour les comètes paraboliques avant la capture, il arrive, soit que la distance périhélie q_1 est considérable $(q_1 > 1,8)$, soit que, après la capture, la comète, au lieu d'aller passer au périhélie, s'éloigne à l'infini sur la branche d'hyperbole. Il est donc tout naturel que les comètes hyperboliques nous échappent; mais il est vraisemblable que, avec les moyens dont on dispose, on finira par trouver des orbites nettement hyperboliques. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une transcendante remarquable découverte par M.* Fredholm. Extrait d'une Lettre de M. MITTAG-LEFFLER à M. Poincaré.

« Permettez-moi de vous exposer un résultat assez remarquable qui a été trouvé par un de mes élèves, M. Fredholm; je vous prie de le communiquer aux *Comptes rendus*, si vous trouvez cela opportun.

» Autant que je sache, toutes les fonctions qui n'existent que dans un certain domaine du plan et qui ont été étudiées jusqu'ici cessent d'exister, parce que les fonctions elles-mêmes ou leurs dérivées deviennent discontinues sur la frontière. M. Fredholm a trouvé, dans un des champs les plus connus de l'Analyse, une fonction qui est continue, ainsi que toutes ses dérivées, sur toute la frontière qui limite le domaine d'existence de la fonction.

» Écrivez la fonction Θ sous la forme

$$\sum_{\nu=-\infty}^{\nu=+\infty} e^{\nu^2 t+\nu\upsilon} = \sum_{\nu=-\infty}^{\nu=-1} e^{\nu^2 t+\nu\upsilon} + \sum_{\nu=0}^{\infty} e^{\nu^2 t+\nu\upsilon},$$

et mettez

$$\varphi(t,\upsilon) = \sum_{\nu=0}^{\infty} e^{\nu^2 t+\nu\upsilon}.$$

Si la partie réelle de υ est négative, la fonction est une fonction uniforme de t pour toutes les valeurs de t, dont la partie réelle soit négative. La fonction, ainsi que toutes ses dérivées, sont des fonctions continues de t sur l'axe imaginaire. Mais cet axe imaginaire forme la limite du domaine d'existence de la fonction. Pour voir cela, vous n'avez qu'à faire l'observation que la fonction $\varphi(t,\upsilon)$ satisfait à l'égalité

$$\frac{\partial\varphi}{\partial t} = \frac{\partial^2\varphi}{\partial\upsilon^2},$$

et de mettre

$$\begin{aligned}\varphi(t,\upsilon) &= p(t-t_0)\\ &= \varphi(t_0,\upsilon) + \left(\frac{\partial\varphi}{\partial t}\right)_{t=t_0} \frac{t-t_0}{1!} + \left(\frac{\partial^2\varphi}{\partial t^2}\right)_{t=t_0} \frac{(t-t_0)^2}{2!} + \ldots\\ &= \varphi(t_0,\upsilon) + \left(\frac{\partial^2\varphi}{\partial\upsilon^2}\right)_{t=t_0} \frac{t-t_0}{1!} + \left(\frac{\partial^4\varphi}{\partial\upsilon^4}\right)_{t=t_0} \frac{(t-t_0)^2}{2!} + \ldots,\end{aligned}$$

où t_0 est un point sur l'axe imaginaire.

» D'après le théorème connu de M[me] Kowalevski la série $p(t-t_0)$ ne peut être convergente, à moins que $\varphi(t_0\upsilon)$ soit une fonction entière rationnelle ou transcendante de υ. Cela n'a pas lieu et la fonction $\varphi(t,\upsilon)$ regardée comme fonction de t n'existe donc pas quand ν est une constante dont la partie réelle ne soit négative que pour le domaine : partie réelle de $t < 0$.

» En mettant

$$e^t = x, \qquad e^\upsilon = a, \qquad |a| < 1,$$

vous obtenez une fonction de x,

$$\sum_{\nu=0}^{\infty} a^{\nu} x^{\nu^2},$$

qui n'existe que pour $|x| < 1$ et qui soit continue, ainsi que toutes ses dérivées, pour $|x| = 1$.

» Il est facile de voir qu'on peut beaucoup généraliser ce résultat obtenu par M. *Fredholm*. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les invariants d'une classe d'équations du premier ordre*. Note de M. **Z. Elliot**, présentée par M. Darboux.

« 1. L'équation différentielle

$$(1) \qquad \frac{dy}{dx} = \frac{P_2}{P_1},$$

où les P désignent des polynômes en y, dont le degré est marqué par les indices, et dont les coefficients sont des fonctions quelconques de x, est un cas particulier d'une classe d'équations du premier ordre, dont les invariants ont été étudiés par M. Appell [1].

» Elles conservent la même forme quand on effectue un changement de fonction et de variable, défini par

$$y = ay_1 + b, \qquad \frac{dx_1}{dx} = c,$$

a, b, c désignant des fonctions quelconques de x. On peut profiter des fonctions a et b pour ramener l'équation à la forme réduite

$$(2) \qquad \frac{dY}{dx} + I = \frac{H}{Y}.$$

I et H sont des invariants. Ils ne dépendent pas des fonctions a et b, et se reproduisent multipliés par $\frac{1}{c}$ quand on effectue le changement de variable. Par une détermination convenable de la fonction c, on ramène l'équa-

[1] *Journal de Mathématiques*, 4e série, t. V.

tion (2) à la forme canonique

(3) $$\frac{dY}{dX} + 1 = \frac{J}{Y},$$

où J est invariant absolu.

» Quand on effectue le changement de fonction $y = \frac{\alpha y_1 + \beta}{\gamma y_1 + \delta}$, où α, β, γ, δ sont des fonctions quelconques de x, l'équation (1) ne conserve pas sa forme primitive, à moins que l'on ne prenne pour $\frac{\alpha}{\gamma}$ une solution particulière u de l'équation. On fait alors correspondre à l'équation (1) une autre équation de même forme, telle que l'intégration de l'une entraîne celle de l'autre. Les deux invariants de l'équation transformée ne dépendent pas des deux fonctions arbitraires qui entrent avec u dans la substitution. Ils ont pour valeur

(4) $$I_1 = \frac{3H - Iu}{u^4} e^{-\int \frac{I}{u} dx}, \qquad H_1 = \frac{H}{u^6} e^{-2\int \frac{I}{u} dx}.$$

» Un cas simple d'intégrabilité est celui où J est de la forme kX, k étant une constante. On réalise ce cas, en supposant que dans l'équation (2) le rapport de $\left(\frac{H}{I}\right)'$ à I est égal à k. Écrivant cette condition pour les invariants I_1 et H_1 donnés par les formules (4), on trouve que l'on saura intégrer l'équation aux invariants I et H, si l'une de ses solutions particulières u satisfait à l'équation

$$(HI' - IH')u^3 - 2HI^2u^2 + 6H^2Iu - 6H^3 = k(3H - Iu)^3.$$

» On simplifie ce caractère d'intégrabilité en l'appliquant à la forme canonique (3). On trouve ainsi des équations pour lesquelles

$$J = \pm \frac{2}{9} \frac{9k+2}{\sqrt{X}} + \frac{2}{9}[3(k+1) - X].$$

Cette valeur de J appartient à des équations de Jacobi, comme on le constate en réduisant une équation de Jacobi à la forme canonique.

» L'hypothèse $k = 0$ qui répond au cas d'intégrabilité plus particulier $\frac{H_1}{I_1} =$ const., réduit la valeur de J à celle-ci

$$J = \pm \frac{4}{9\sqrt{X}} + \frac{2}{3} - \frac{2}{9}X,$$

que l'on trouve en ramenant à la forme canonique une équation de Jacobi pour laquelle l'équation caractéristique admet une racine double.

» 2. Lorsqu'on cherche les équations dont l'intégrale générale est

$$(y-A)^{\alpha}(y-B)^{\beta}(y-C)^{\gamma}=\text{const.},$$

A, B, C étant des fonctions de x et α, β, γ des constantes, on trouve par la différentiation une équation du type (1), pourvu que $\alpha+\beta+\gamma=0$. Les invariants I et H ne dépendent que d'une fonction arbitraire, comme on le voit en posant $y=C+(A-C)y_1$. On n'obtient de cette façon que des équations qui se déduisent de l'équation de Jacobi par un changement de la variable indépendante.

» Il n'en est plus ainsi pour les équations dont l'intégrale générale est de la forme

$$(5)\qquad (y-A)^{\alpha}(y-B)^{\beta}(y-C)^{\gamma}(y-D)^{\delta}=\text{const.}$$

» L'équation différentielle correspondante rentre dans le type (1), si l'on a

$$(6)\qquad \alpha+\beta+\gamma+\delta=0,\qquad \alpha A+\beta B+\gamma C+\delta D=0.$$

» En posant $y_1=D+(A-D)y_1$, on ramène l'équation à la forme

$$(y_1-1)^{\alpha}\left(y_1-\frac{B-D}{A-D}\right)^{\beta}\left(y_1-\frac{C-D}{A-D}\right)^{\gamma}y_1^{\delta}=\text{const.},$$

et les équations (5) entraînant la relation

$$\alpha+\beta\frac{B-D}{A-D}+\gamma\frac{C-D}{A-D}=0,$$

on voit que les invariants I et H ne dépendront que d'une fonction arbitraire. Toutes les équations différentielles correspondantes se déduisent de l'une d'elles par un changement de la variable indépendante, et l'on peut se proposer de former celle qui admet quatre solutions particulières linéaires.

» En différentiant l'équation (5), où A, B, C, D sont supposées des fonctions linéaires de x, on trouve une équation de la forme

$$(7)\qquad \frac{dy}{dx}=\frac{(mx-m_1)y^2+(n_2x^2+n_1x+n)y+p_2x^2+p_1x+p}{(mx^2-2m_1x+m_1)y+n_2x^3+q_2x^2+q_1x+q}$$

qui admet effectivement quatre solutions linéaires si les constantes $m, n, \ldots$ satisfont aux conditions

$$pm + p_1 m_1 + p_2 m_2 = 0,$$
$$nm + n_1 m_1 + n_2 m_2 = 0,$$
$$qm + q_1 m_1 + q_2 m_2 = nm_1 + n_1 m_2.$$

» L'équation (7) appartient à la catégorie de celles pour lesquelles M. Darboux a montré qu'on peut déduire l'intégrale générale de la connaissance d'un nombre suffisant d'intégrales particulières algébriques. Si l'on représente par $y = \alpha_i x + \beta_i$ ($i = 1.2.3.4$) les solutions particulières linéaires, l'intégrale générale peut être mise sous la forme

$$(y - \alpha_1 x - \beta_1)^{\rho_1}(y - \alpha_2 x - \beta_2)^{\rho_2}(y - \alpha_3 x - \beta_3)^{\rho_3}(y - \alpha_4 x - \beta_4)^{\rho_4} = \text{const.},$$

les rapports des exposants étant déterminés par les relations

$$\rho_1 + \rho_2 + \rho_3 + \rho_4 = 0,$$
$$\rho_1 \alpha_1 + \rho_2 \alpha_2 + \rho_3 \alpha_3 + \rho_4 \alpha_4 = 0,$$
$$\rho_1 \beta_1 + \rho_2 \beta_2 + \rho_3 \beta_3 + \rho_4 \beta_4 = 0. \text{»}$$

PHYSIQUE. — *Relation entre le volume, la pression et la température de diverses vapeurs.* Note de M. **Ch. Antoine**.

« Entre le volume v, la pression p et la température t des gaz et des vapeurs, l'expérience démontre que l'on a une relation telle que

$$pv = D(\beta + t),$$

dans laquelle on pose, pour abréger,

$$\beta = A - Bp^{\frac{1}{2}}.$$

» Pour les vapeurs ci-après, en exprimant p, v, t en atmosphères, en litres, en degrés centigrades, à partir du zéro de la glace fondante, on a :

	D.	β.
Oxygène	2,565	$273,8 - 1,10\sqrt{p}$
Acide sulfureux......	1,343	$270,6 - 1,400\sqrt{p}$
Oxyde de carbone....	2,931	$274,8 - 2,30\sqrt{p}$

	D.	β.
Deutoxyde d'azote....	2,174	$270,0 - 1,24\sqrt{p}$
Acide chlorhydrique..	2,261	$278,2 - 6,50\sqrt{p}$
Eau................	4,879	$252,0 - 13,80\sqrt{p}$
Éther..............	1,834	$184,0 - 34,22\sqrt{p}$
Chloroforme.........	0,718	$270,5 - 15,94\sqrt{p}$
Acétone............	3,330	$120,0 - 37,12\sqrt{p}$
Chlorure de carbone..	1,000	$150,0 - 45,84\sqrt{p}$
Sulfure de carbone...	1,505	$209,0 - 34,29\sqrt{p}$

» Dans les Tableaux qui sont annexés à cette Note, je me propose d'analyser les travaux de Regnault, Hirn, Zeuner sur la dilatation, la compression et le volume de ces vapeurs.

» *Expériences de Regnault sur la compression de l'oxygène, l'acide sulfureux, l'oxyde de carbone, le deutoxyde d'azote, l'acide chlorhydrique.* — Dans ces expériences, la température était constante

$$\frac{pv}{p'v'} = \frac{\beta + t}{\beta' + t};$$

pour $p' > p$, on a

$$\beta' < \beta.$$

Le rapport $\frac{pv}{p'v'}$ n'est pas constant (comme l'admet la loi de Mariotte), il augmente avec la pression.

» Pour conserver une même valeur de pv, il faut surchauffer la vapeur. L'augmentation de température est donnée par la relation

$$\beta + t = \beta' + t', \qquad \text{d'où} \qquad t' - t = \beta - \beta'.$$

» Pour la vapeur d'eau, par exemple, en passant de 1^{atm} à 2^{atm}, on aurait

$$t' - t = (252,0 - 13,8) - (252,0 - 13,8\sqrt{2}) = 13,8(1,414 - 1) = 5^\circ,71.$$

» *Calculs de Zeuner sur la dilatation de la vapeur d'eau sous pression constante.* — Pour $p = p'$, on a

$$\beta = \beta' \qquad \text{et} \qquad \frac{v}{v'} = \frac{\beta + t}{\beta + t'} = \frac{1 + \left(\frac{1}{\beta}\right)t}{1 + \left(\frac{1}{\beta}\right)t'}.$$

» Le coefficient α de dilatation, sous pression constante, est

$$\alpha = \frac{1}{\beta};$$

pour la vapeur d'eau, on a donc

$$\alpha = \frac{1}{252,0 - 13,8\sqrt{p}}.$$

» *Expériences de Hirn sur la vapeur d'eau surchauffée sous volume constant.* — Pour $v = v'$, on a

$$\frac{pv}{p'v'} = \frac{p}{p'} = \frac{\beta + t}{\beta' + t'};$$

pour passer de la pression p à la température t, à une pression p', il faudra une température

$$t' = \frac{p'}{p}(\beta + t) - \beta';$$

pour la vapeur d'eau

$$t' = \frac{p'}{p}(252,0 - 13,8\sqrt{p} + t) - (252,0 - 13,8\sqrt{p'}).$$

» *Calculs et expériences de Hirn sur la température qu'il faut donner à* 1kg *de vapeur d'eau pour avoir un volume quelconque, sous une tension donnée.* — On a

$$pv = \mathrm{D}(\beta + t),$$

d'où

$$t = \frac{pv}{\mathrm{D}} - \beta;$$

pour la vapeur d'eau

$$t = \frac{pv}{4,879} - (252,0 - 13,8\sqrt{p}).$$

» *Calculs de Zeuner sur les volumes des vapeurs d'eau, éther, chloroforme, acétone, chlorure et sulfure de carbone.* — La relation

$$pv = \mathrm{D}(\beta + t)$$

donne

$$v = \frac{\mathrm{D}(\beta + t)}{p}.$$

» Le volume u du kilogramme de liquide est pratiquement négligeable devant le volume du kilogramme de vapeur. On peut, comme première

approximation, prendre comme volumes de la vapeur les valeurs $v - u$, qui ont été calculées par Zeuner. »

ÉLECTRICITÉ. — *Étude comparative du pouvoir inducteur spécifique et de la conductibilité d'espaces à air raréfié.* Note de M. **James Moser**.

« Dans ma Note du 24 février, j'ai démontré que l'air, qui conduit la décharge induite quand il est à la pression de 1^{mm}, redevient isolant quand on pousse très loin la raréfaction. Il faut donc distinguer trois états de raréfaction : 1° le vide ordinaire (isolant); 2° le vide à 1^{mm} (conducteur); 3° le vide extrême (isolant).

» Il était intéressant de mesurer le pouvoir inducteur spécifique de l'air à ces trois états. Sur ce point, on ne connaît que les recherches non encore terminées de la Commission de l'Association britannique, nommée en 1880, et composée de MM. Ayrton, Lodge, Gordon et Perry. Ces auteurs ont signalé des variations du pouvoir inducteur spécifique allant jusqu'à $\frac{8}{1000}$ de sa valeur à la pression ordinaire.

» J'ai donc repris la question en me servant de l'appareil suivant :

» J'ai d'abord construit une bouteille de Leyde, formée d'un vase en verre à double fond et à double paroi; dans l'intervalle annulaire ainsi constitué, on pouvait faire le vide. Les faces internes du verre limitant la couche d'air furent recouvertes de deux couches d'argent formant les armatures, isolées l'une de l'autre et communiquant avec l'extérieur par des électrodes; la couche d'air formait le diélectrique.

» Avant de commencer les mesures comparatives, je m'étais assuré qu'il n'y avait pas de contact entre les deux surfaces d'argent. Je m'assurai également qu'une petite bobine d'induction y rendait lumineux le vide conducteur, tandis que la bobine produisait dans le vide extrême de fortes étincelles qui peuvent être considérées comme des décharges de convection.

» La pompe de Geissler communiquait avec cette bouteille de Leyde pour les mesures du pouvoir inducteur, et en même temps avec le système des deux tubes, décrit dans ma Note du 24 février, pour la détermination de la conductibilité et de l'état du vide. Un tube spectral de Geissler était en même temps en communication avec la pompe. En excitant ce tube par une bobine, on pouvait estimer l'état de raréfaction par son apparence, lorsque le manomètre ne montrait plus de dénivellation appréciable.

» J'avais donc une série d'espaces communiquants remplis d'air de

pression et de température uniformes, où je déterminais, d'une part, la conductibilité et, d'autre part, le pouvoir inducteur de l'air qui les remplissait.

» Après avoir déterminé l'état de raréfaction, toutes les influences perturbatrices comme celle de la bobine furent éloignées. Puis le pouvoir inducteur fut mesuré. La capacité de la bouteille était de même ordre de grandeur que celle de l'arrangement électrométrique; d'après une série d'observations, celle-là était presque exactement la moitié de celle-ci. Les mesures pouvaient donc être exécutées suivant des méthodes connues, en chargeant et en déchargeant la bouteille à l'aide de piles constantes, d'un électromètre à quadrants (modèle Mascart-Carpentier) et d'une clef de Sabine.

» Dans une série d'expériences, les quadrants de l'électromètre étaient chargés par 5 éléments Latimer-Clark et la bouteille par une pile de 150 éléments de Volta, zinc, eau, cuivre.

» Mais en trouvant pour les trois états du vide la même déviation, savoir 198 divisions sur l'échelle, divisée en millimètres, je tâchai d'obtenir du moins une petite variation du pouvoir inducteur, qui dût correspondre à la variation rapide de la conductibilité. A cet effet je perfectionnai la méthode.

» La déviation de l'électromètre est la fonction d'un produit. Or j'augmentai autant que possible le facteur dont je voulais observer la variation, tout en conservant la valeur du produit. A cet effet, je chargeai la bouteille par une pile de Zamboni et les quadrants de l'électromètre par un seul élément Latimer-Clark. En prenant la précaution de charger la bouteille toujours exactement pendant une minute, j'observai pour les trois états du vide les déviations suivantes :

I.	II.	III.
A 10^{mm} de mercure.	A 1^{mm} de mercure.	Vide extrême.
318	318	318
318	320	320
318	320	320

» Il s'ensuit qu'il n'y a *aucune variation du pouvoir inducteur* quand on change la raréfaction.

» En évitant toute hypothèse, je me borne à constater nettement cette différence des deux propriétés électriques des espaces à air raréfié, la variation de leur conductibilité et en même temps la constance de leur pouvoir inducteur. »

ÉLECTRICITÉ. — *Électrolyse d'un mélange de deux sels en dissolution aqueuse.* Note de M. L. **Houllevigne**, présentée par M. Mascart.

« Les faits les plus nettement connus sur ce sujet ont été établis par MM. Bouty, Magnus, Becquerel, Buff. Ce dernier, électrolysant un mélange d'acide chlorhydrique et d'acide sulfurique, a trouvé que les deux corps se décomposaient en proportions constantes, quelle que fût l'intensité du courant.

» J'ai repris l'étude de ce sujet en cherchant à le soumettre à des déterminations précises. Le liquide employé était un mélange de dissolutions aqueuses de sulfate de zinc et de sulfate de cuivre, ne formant pas de sel double, comme l'a montré M. Bouty par l'étude de la résistance. Il était contenu dans un manchon de verre de 75^{cm} de long et 4^{cm} de diamètre, fermé à une extrémité par un disque mobile de platine constituant l'électrode négative, et à l'autre par un bouchon; celui-ci laissait passer un tube à dégagement pour les gaz et un autre tube qui pouvait porter à des profondeurs variables dans l'électrolyte un disque de platine formant électrode positive.

» Le courant était fourni par une batterie d'accumulateurs dont un pôle était au sol, ainsi que le pôle positif de l'électrolyte. Le circuit était donc fermé par la terre. Entre l'électrode négative du manchon et les accumulateurs, on intercalait une boîte de résistances portant un galvanomètre shunté et un voltamètre à sulfate de cuivre. Enfin, du pôle négatif de l'électrolyte partait encore un fil se rendant à l'aiguille d'un électromètre Mascart; on obtenait ainsi le potentiel de cette électrode, c'est-à-dire la différence de potentiel entre les deux électrodes, puisque la seconde était au sol. La température fut, dans ces expériences, comprise entre 12° et 15°. L'électrolyse finie, on déterminait par des pesées le poids du laiton déposé; l'analyse de ce laiton en dissolution azotique se faisait par la méthode d'analyse des alliages indiquée par M. Riche.

» J'ai d'abord opéré à intensité variable, en maintenant la force électromotrice constante. On arrivait à ce résultat en faisant varier la distance des deux électrodes et agissant concurremment sur la boîte de résistances. Voici, comme exemple, les résultats de deux séries d'expériences :

» I. Liqueur contenant par litre $37^{gr},5$ de zinc et $0^{gr},968$ de cuivre.

On opère avec 9 accumulateurs; la différence de potentiel entre les deux électrodes est de $6^v,94$:

Intensité	amp 0,0165	0,0247	0,0335	0,0396	0,0506
$\frac{Zn}{Cu}$	1,15	1,81	2,72	3,71	5,64

» II. Liqueur contenant, par litre, $48^{gr},1$ de zinc et $2^{gr},30$ de cuivre. Différence de potentiel entre les deux électrodes $= 7^v$. Opéré avec 15 accumulateurs :

Intensité.	Laiton.	Zinc.	Cuivre.	$\frac{Zn}{Cu}$.	y.
amp	gr	gr	gr		
0,0104	0,0491	0,0209	0,0282	0,74	0,67
0,0135	0,0606	0,0281	0,0325	0,86	0,88
0,0171	0,0654	0,0337	0,0317	1,07	1,07
0,0239	0,0983	0,0552	0,0431	1,28	1,31
0,0287	0,01615	0,0937	0,0678	1,38	1,43
0,0305	0,01329	0,0792	0,0537	1,47	1,47
0,0365	0,01632	0,1000	0,0632	1,58	1,57

» Le résultat immédiat de ces expériences est que, contrairement à la loi de Buff, la proportion des éléments mis en liberté varie rapidement avec l'intensité. Mais il faut remarquer que, dans l'expérience de Buff, il n'y a pas d'actions secondaires, tandis que, dans le cas actuel, on peut admettre qu'à l'électrolyse produite par le courant se superpose une réaction chimique du sulfate de cuivre sur le zinc de l'alliage déposé. En supposant que cette réaction s'effectue en quantité proportionnelle au temps, et admettant l'exactitude de la loi de Buff comme loi primitive du phénomène, on trouve, pour la composition du laiton obtenu après un temps t,

$$\frac{Zn}{Cu} = \frac{Z_0 \frac{I}{I_0} - \alpha t}{C_0 \frac{I}{I_0} + \alpha \frac{e'}{e} t}.$$

» Dans cette expression, Z_0, C_0, I_0, α sont des constantes, e et e' les équivalents du zinc et du cuivre. Si l'on suppose que toutes les électrolyses durent le même temps, ce qui est, à une exception près, le cas du Tableau II, cette relation est de la forme

$$\frac{Zn}{Cu} = \frac{AI - B}{A'I + B'},$$

où A, B, A′, B′ sont des constantes positives, dont deux sont arbitraires. On voit alors immédiatement que le rapport $\frac{Zn}{Cu}$ va en augmentant avec l'intensité I, comme l'indique l'expérience.

» Portons $\frac{Zn}{Cu} = y$ en ordonnées, et $x = I$ en abscisses. La courbe est alors une branche d'hyperbole. Les valeurs de y annexées au Tableau II ont été calculées d'après la courbe

$$y = \frac{x - 44,3}{0,44x + 43};$$

on voit qu'elles diffèrent assez peu des valeurs de $\frac{Zn}{Cu}$ données par l'expérience.

» Dans une seconde série de déterminations, j'ai maintenu l'intensité constante et fait varier la force électromotrice. En opérant sur le mélange de composition définie au Tableau II, prenant comme source d'électricité neuf accumulateurs et définissant la composition du laiton par le quotient $\frac{L}{C}$ du poids du laiton au poids du cuivre contenu, j'ai obtenu, entre autres résultats, ceux insérés aux deux Tableaux suivants :

III.

Intensité.	Force électromotrice.	Laiton.	Cuivre.	$\frac{L}{C}$.
amp 0,0110	v 3,25	gr 0,0260	gr 0,0165	1,57
0,0110	4,78	0,0263	0,0166	1,58
0,0108	5,45	0,0251	0,0160	1,57
0,0103	6,40	0,0245	0,0154	1,59
0,0109	6,55	0,0254	0,0160	1,58

IV.

Intensité.	Force électromotrice.	Laiton.	Cuivre.	$\frac{L}{Cu}$.
amp 0,0064	v 2,85	gr 0,0231	gr 0,0215	1,079
0,0065	3,07	0,0259	0,0229	1,131
0,0065	3,57	0,0257	0,0228	1,127
0,0064	4,39	0,0248	0,0220	1,127
0,0065	5,26	0,0251	0,0224	1,121

» Il paraît résulter de l'examen de ces résultats que, à intensité constante, la composition du laiton obtenu est indépendante de la différence de potentiel entre les deux électrodes, sauf toutefois dans le voisinage

de la force électromotrice minimum pour laquelle le zinc commence à se déposer (¹). »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Nouvelle préparation des bétaïnes*. Note de M. E. **Duvillier**, présentée par M. Friedel.

« Les différentes méthodes de préparation des bétaïnes fournissent toujours, outre ces bases, des produits secondaires qu'on sépare plus ou moins péniblement.

» Ainsi, l'action de la triméthylamine sur les éthers chlorés ou bromés fournit généralement d'assez bons résultats; mais la formation de la bétaïne est accompagnée de celle d'hydrate de tétraméthylammonium, qui peut même devenir le produit principal de la réaction. C'est ce que j'ai observé en faisant agir la triméthylamine sur l'éther bromoisovalérique. Il se forme dans ces conditions, comme produit principal de l'hydrate de tétraméthylammonium, une notable quantité d'acide diméthylacrylique et seulement une très faible proportion de bétaïne.

» L'action de la triéthylamine sur les éthers chlorés et bromés n'a donné de résultats satisfaisants à Hoffmann et à Bruhl qu'avec l'éther monochloracétique. Avec l'éther α-monochloropropionique, Bruhl n'a pu obtenir de bétaïne. Avec l'éther α-bromopropionique, je n'ai pu obtenir que des traces de bétaïne.

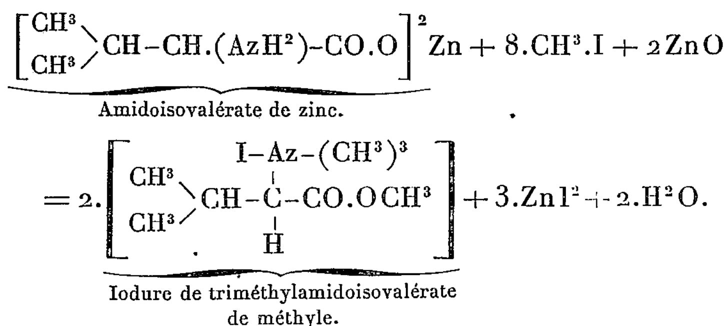
» En faisant agir l'iodure de méthyle sur un acide amidé, en présence de la potasse alcoolique, Griess a obtenu plusieurs bétaïnes; mais, en faisant agir l'iodure d'éthyle sur les acides α-amidopropionique et α-amidobutyrique, en présence de la potasse alcoolique, je ne suis parvenu qu'à transformer ces acides en acides diéthylamidopropionique et diéthylamidobutyrique.

» Je suis arrivé à de très bons résultats en faisant agir un éther iodhydrique sur le sel de zinc des acides amidés en présence d'oxyde de zinc, procédé qui offre beaucoup d'analogie avec celui qui a permis à M. Schützenberger d'obtenir synthétiquement les leucines.

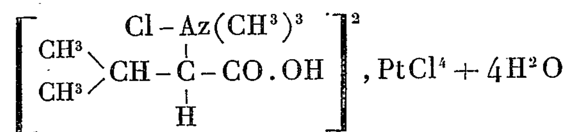
» *Bétaïne valérique triméthylée.* — J'ai fait réagir en vase clos, de 100° à 110°, 4 parties d'iodure de méthyle, 1 partie d'amidoisovalérate de zinc et

(¹) Ce travail a été fait au laboratoire de Physique de la Faculté des Sciences de Montpellier.

1 partie d'oxyde de zinc, soit des proportions voisines de celles indiquées par l'équation suivante :



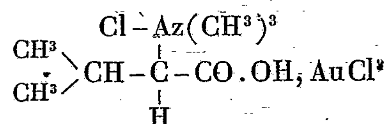
» Après seize ou dix-huit heures, l'amidovalérate et l'oxyde de zinc ont disparu et les matras renferment un liquide sirupeux dont l'eau sépare un éther dense, mais que l'eau saponifie avec la plus grande facilité. Il suffit, en effet, de faire bouillir pendant quelques instants, avec de l'eau, le produit de la réaction pour saponifier l'éther formé et entraîner la petite quantité d'iodure de méthyle employée en excès. On traite par le sulfure de baryum pour se débarrasser du zinc, puis exactement par l'acide sulfurique pour précipiter la baryte, enfin par l'oxyde d'argent pour éliminer l'iode, et l'on obtient un liquide qui, après traitement par l'acide chlorhydrique et addition de chlorure de platine, fournit un précipité de chloroplatinate peu soluble à froid, modérément soluble à chaud, qui cristallise très bien. Ce chloroplatinate est jaune, légèrement orangé. Il se dépose en prismes obliques transparents. Il est insoluble dans l'alcool et cristallise avec 2 molécules ou 4 molécules d'eau, suivant les circonstances. Soumis à l'analyse, il répond à la formule suivante :



	Calculé.	Trouvé.
$4H^2O$	8,96	9,23
Sel sec Pt	27,09	26,64

» Par enlèvement du platine par l'hydrogène sulfuré, on obtient un chlorure qui fournit, avec le chlorure d'or, un sel double peu soluble dans l'eau froide, modérément soluble dans l'eau chaude et qui cristallise

en paillettes rappelant l'iodure de plomb. Ce chloroaurate est soluble dans l'alcool, insoluble dans l'éther exempt d'alcool. Il est anhydre et l'analyse répond à la formule



	Calculé.	Trouvé.
Au	39,41	39,19

» L'action de l'iodure de méthyle sur l'amidoisovalérate de zinc en présence de l'oxyde de zinc fournit d'excellents résultats; l'acide amidoisovalérique est presque totalement transformé et, en outre, il ne se forme pas d'hydrate de tétraméthylammonium, ce qui est important.

» Je m'occupe, en ce moment, de produire, par le procédé que je viens de décrire, d'autres bétaïnes, et en particulier les bétaïnes éthylées que je n'avais pu obtenir par les autres méthodes. Je me borne, pour le moment, à indiquer que l'iodure d'éthyle réagit aussi facilement sur le sel de zinc des acides amidés que le fait l'iodure de méthyle. Dans une prochaine Communication, j'aurai l'honneur d'entretenir l'Académie de la suite de ces recherches. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Dosage de l'acétone par l'iodoforme.* Note de M. G. ARACHEQUESNE.

« Tous les procédés de dosage de l'acétone sont fondés sur la réaction de Lieben. L'acétone se transforme en iodoforme en présence de l'iode et de la soude caustique. La formule théorique de la réaction est



$$CH^3.COCH^3 + 6I + 4NaHO = CHI^3 + 3NaI + C^2H^3O^2Na + 3H^2O.$$

» Les corps renfermant la molécule CH^3 peuvent seuls donner lieu à la même réaction. Les méthylènes et acétones du commerce de qualité loyale ne renferment pas de ces corps; pourtant, l'alcool éthylique et l'aldéhyde pouvant y être introduits par fraude, il est nécessaire de s'en assurer préalablement par la méthode de M. Berthelot ou par celle de MM. Riche et Bardy.

» Une longue pratique de ces essais nous a permis de vérifier que toute l'acétone et l'acétone seule peut être transformée en iodoforme, mais à condition de la mettre en présence de quantités d'iode bien supérieures à celles indiquées par la théorie. Dans la réaction ci-dessus, outre l'iodure et l'acétate de sodium, nous avons constaté la présence d'iodate et de formiate, et probablement même de quelques sels à acides organiques. Les impuretés du méthylène commercial ne doivent pas y être étrangères.

» La première méthode indiquée pour les dosages et fondée sur cette réaction est celle de G. Krämer, détaillée dans l'*Agenda du chimiste* (année 1888, p. 423). Elle n'a jamais eu pour but que le dosage de l'acétone dans l'alcool méthylique destiné à la fabrication de la méthylaniline, produit devant renfermer au maximum 1 pour 100 d'acétone.

» Suivant la formule ci-dessus, les 5^{cc} d'iode binormal indiqués par Krämer, soit $1^{gr},27$ d'iode, permettraient de doser dans 1^{cc} de méthylène essayé

$$\frac{58 \times 1,27}{6 \times 127} = 0^{gr},0966 \text{ d'acétone}$$

correspondant à un méthylène d'une teneur de 12 pour 100.

» Or nous n'avons jamais pu obtenir des résultats concordants au delà d'une quantité de $0^{gr},012$ d'acétone par 1^{cc}, soit sur des méthylènes renfermant au plus 1,5 pour 100 en poids.

» Nous conseillons donc :

» 1° D'employer telle quelle la méthode Krämer à l'alcool méthylique pur seulement;

» 2° Pour les méthylènes renfermant de 1,5 à 30 pour 100 d'acétone, employer la même méthode, mais en prenant un volume moindre, et proportionné à la richesse en acétone. Par exemple, pour les méthylènes de 20 à 30 pour 100, nous prenons 5^{cc} que nous étendons par l'eau distillée à 500^{cc}. Nous prélevons 5^{cc} de ce mélange, soit $0^{cc},05$ du méthylène essayé. Le nombre trouvé, multiplié par $\frac{100}{5}$ ou 20, donne le résultat cherché.

» Cette multiplication a le défaut de multiplier les erreurs, et, au delà de 30 pour 100, ne permet plus l'approximation à 1 pour 100 près.

» 3° Au-dessus de cette richesse, nous prenons 5^{cc} du méthylène ou de l'acétone à doser, que nous amenons avec l'eau distillée à 50^{cc}, puis nous prélevons 5^{cc} de ce mélange, soit $0^{cc},5$ du méthylène essayé, que nous portons dans un ballon de 200^{cc} environ, terminé en bas par une pointe fermée avec un caoutchouc et une pince de Mohr; nous ajoutons ensuite 10^{cc}

de soude binormale et 5^{cc} d'iode; après agitation, nous faisons une nouvelle addition dans les mêmes proportions de soude, puis d'iode, et nous continuons ces additions jusqu'au moment où l'on ne voit plus se produire de trouble d'iodoforme dans le liquide clair surnageant. Nous sommes ainsi certain d'avoir transformé complètement l'acétone.

» Le précipité d'iodoforme est ensuite facilement rassemblé par la pointe du ballon, d'où on le fait couler dans une burette de Mohr, dont on a garni le fond avec un petit tampon d'amiante qui retient le précipité en laissant écouler l'excès de liquide. Lorsque le précipité est ainsi rassemblé, on ferme le robinet de la burette, on dissout l'iodoforme dans 10^{cc} d'éther et l'on pèse comme dans le procédé Krämer.

» Nous avons pu ainsi arriver à 0,5 pour 100 près dans des dosages de produits renfermant de 95 à 99 pour 100 d'acétone pure. »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur la callose, nouvelle substance fondamentale existant dans la membrane.* Note de M. **Louis Mangin**.

« Les substances qui forment la membrane des cellules chez les végétaux peuvent être distinguées en deux groupes d'inégale importance. Les unes, qu'on pourrait appeler *substances fondamentales*, existent dans la membrane dès son origine et se maintiennent à l'état de pureté dans un grand nombre de tissus adultes. Le second groupe, qu'on pourrait nommer *substances accessoires*, est constitué par des corps, pour la plupart mal définis, qui se mélangent intimement, par une sorte d'imprégnation, aux substances fondamentales, en masquant leurs caractères; on peut ordinairement, par un traitement convenable, débarrasser les tissus des substances accessoires et manifester, avec une grande netteté, les réactions des substances fondamentales dans la membrane non déformée. Au premier groupe appartiennent, avec la cellulose, les composés pectiques dont j'ai montré récemment l'importance ([1]). Au second groupe se rattachent les diverses variétés de lignine, de subérine, etc.

» En continuant mes recherches sur la membrane, j'ai reconnu l'existence d'une nouvelle substance fondamentale, que l'on ne connaissait jusqu'ici que dans les bouchons qui ferment les pores des tubes criblés pendant le repos végétatif. Je proposerai pour cette substance nouvelle, le nom

([1]) *Comptes rendus*, février 1888, octobre 1889.

de *callose*, qui a l'avantage de rappeler son identité avec le cal des éléments libériens, sans faire préjuger sa nature ou ses fonctions chimiques.

» *Réactions de la callose*. — Je n'ai pas encore pu isoler la callose à l'état de pureté, de manière à établir sa composition chimique; je me bornerai donc à signaler les réactions qui permettent de la distinguer de la cellulose ou des composés pectiques auxquels elle est souvent mélangée.

» La callose, incolore, amorphe, est insoluble dans l'eau, dans l'alcool, dans le réactif de Schweizer, même après l'action des acides; très soluble dans la soude ou la potasse caustiques froides à 1 pour 100, soluble à froid dans l'acide sulfurique, le chlorure de calcium, le bichlorure d'étain concentrés; insoluble à froid dans les carbonates alcalins, l'ammoniaque, qui la gonflent et lui communiquent une consistance gélatineuse. Les réactifs colorants de la callose sont, avec le bleu d'aniline et l'acide rosolique déjà recommandés par MM. Russow et de Janczewski pour l'étude du liber, certaines substances de la série des couleurs azoïques appartenant au groupe des benzidines, tolidines, etc.; ces divers colorants peuvent servir aussi, comme je le montrerai prochainement, à caractériser la cellulose. Les réactifs iodés communiquent à la callose une teinte jaune.

» La callose est donc aussi nettement caractérisée que la cellulose et les composés pectiques; elle ne représente pas un produit de décomposition de ces dernières substances; car si l'on traite, de diverses manières, des tissus formés de cellulose ou de pectose, on n'y peut pas faire apparaître les réactions de la callose. L'insolubilité de cette substance dans le réactif cupro-ammoniacal, même après l'action des acides, la coloration jaune qu'elle donne avec l'acide phosphorique iodé ne permettent pas de la confondre avec la cellulose; d'autre part, son insolubilité à froid dans l'ammoniaque et les carbonates alcalins, son inertie vis-à-vis des colorants des composés pectiques, permettent de la distinguer non moins nettement de ces derniers.

» *Répartition de la callose*. — L'examen sommaire de la répartition de la callose chez les végétaux justifiera, après l'exposé qui précède, la nécessité de distinguer cette substance des corps qu'elle accompagne souvent dans la membrane. J'ai d'abord signalé (¹) la callose dans les grains de pollen de diverses Conifères, Cypéracées et Joncées, ainsi que dans les tubes polliniques où elle constitue les bouchons interrompant la cavité du

---

(¹) *Observations sur la membrane du grain de pollen mûr* (*Bull. Soc. bot. de France*; mai 1889).

tube (*Plantago, Caltha,* etc.); parfois même, elle forme un revêtement continu à la face interne du tube pollinique (Narcisse). Un peu plus tard, j'ai rencontré (1) la callose dans les anthères en voie de développement, où elle constitue la paroi réfringente et temporaire des cellules-mères polliniques, qui se dissout au moment de la dissociation des grains de pollen dans les sacs polliniques. Tandis que la callose existe normalement dans certaines régions des organes reproducteurs chez les Phanérogames et les Cryptogames vasculaires, on ne la rencontre dans les appareils végétatifs, à l'exception du liber, qu'accidentellement et sous l'aspect d'amas irréguliers, épars au milieu des cellules (Vigne vierge, Glycérie).

» C'est surtout chez les Thallophytes que la callose acquiert une grande importance. Chez les Champignons, elle forme la membrane du mycélium et des organes de fructification dans les familles les plus diverses.

» Je me bornerai à signaler, parmi les nombreuses espèces étudiées, les exemples suivants : Péronosporées (*Cystopus candidus, C. cubicus, Peronospora viticola, P. Schachtii* etc.); Saprolégniées (*Alchya, Dictyuchus,* etc.); Basidiomycètes (*Corticum, Polyporus igniarius, P. suberosus, Dedalæa quercina,* etc.); Ascomycètes (*Bulgaria inquinans, Ascobolus furfuraceus, Oïdium, Rhytisma Acerinum, R. Onobrychis, Penicillum glaucum,* divers *Saccharomycètes,* etc.

» Chez les Lichens, la callose existe dans les filaments mycéliens, mais elle manque dans la membrane des gonidies (*Usnea, Ramalina, Physcia, Cetraria, Umbilicaria,* etc.); elle est moins fréquente chez les Algues, dont je n'ai pu encore étudier qu'un petit nombre d'espèces; j'ai néanmoins constaté sa présence dans les *Œdogonium, Ascophyllum nodosum, Laminaria digitata,* etc.

» Par contre, je n'ai pas encore réussi à la retrouver chez un certain nombre d'Urédinées, ainsi que dans le mycélium et les filaments fructifères des Mucorinées. Dans les plantes de cette dernière famille, elle constitue seulement la membrane diffluente des sporanges (*Mucor, Phycomyces, Rhizopus, Pilobolus, Chætocladium,* etc.) ainsi que dans la membrane des spores.

» La callose paraît être à l'état de pureté dans la membrane des cellules-mères du pollen et dans la membrane du sporange des Mucorinées; dans le mycelium des Péronosporées, des Saprolégniées, elle est intimement

(1) *Observations sur le développement du pollen.* (*Bull. Soc. Bot. de France;* juillet 1889.)

unie à la cellulose, à l'exclusion des composés pectiques; enfin dans les Polypores, les *Dedalœa*, les tubes mycéliens, où la cellulose paraît manquer, sont formés de callose associée à des substances ayant les réactions des composés pectiques.

» Diverses circonstances masquent souvent l'existence de la callose dans les tissus : telles sont les différences d'état physique ou l'incrustation de substances étrangères. Ainsi la callose des cellules-mères polliniques, celle qui forme des amas irréguliers dans le mycélium ou les suçoirs des Péronosporées, présente l'état le plus altérable et le plus facile à caractériser. Dans le sporange des Mucorinées et le mycélium des Lichens, etc., la callose présente une plus grande résistance à l'action des dissolvants et fixe difficilement les réactifs colorants; enfin dans les Polypores et le *Dedalœa*, elle offre une cohésion telle qu'on ne peut manifester sa présence qu'après des traitements longs et répétés.

» En terminant cette Note destinée à prendre date, je signalerai une importante application des propriétés de la callose, dans la recherche et la détermination des Champignons parasites, avant que leur présence se révèle, à l'extérieur, par les altérations de la plante hospitalière ou par leurs fructifications. J'aurai l'honneur d'entretenir prochainement l'Académie des résultats obtenus dans cette voie. »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Dosage de la matière grasse dans le lait.* Note de M. Lezé, présentée par M. Troost.

« Ce dosage est d'une importance capitale dans la pratique industrielle, et malheureusement on a manqué jusqu'à présent de méthodes rapides et pratiques permettant de faire cette détermination.

» Certains procédés de dosage demandent des manipulations longues ou délicates, ou exigent des appareils compliqués; d'autres méthodes plus simples ne donnent que des résultats approximatifs, irréguliers ou même inexacts.

» La séparation de la matière grasse est entravée par la caséine, qui retient les globules de beurre. Si l'on dissout cette caséine dans un acide, la matière grasse se sépare assez vite, surtout à chaud, et vient surnager en gouttes huileuses à la surface du liquide.

» Cette séparation se fait plus rapidement si l'on soumet le liquide à la force centrifuge; c'est ce que l'on fait au moyen de l'appareil nommé *lactocrite*, qui donne pratiquement des résultats parfaitement exacts.

» Mais cet appareil est d'un prix très élevé, et j'ai reconnu que l'on pouvait faciliter la séparation en saturant en tout ou en partie l'acide employé par un alcali, l'ammoniaque. L'opération réussit très bien avec l'acide chlorhydrique; elle est un peu moins facile avec l'acide acétique.

» Lorsqu'on chauffe à une température voisine de l'ébullition un mélange d'un volume de lait et d'un peu plus de deux volumes d'acide chlorhydrique, la liqueur, d'abord blanchâtre, devient rosée, rouge, et enfin brune. A ce moment, si l'on ajoute de l'ammoniaque étendue d'eau en continuant à chauffer, le précipité qui s'était formé change de teinte, et la matière grasse se sépare sous forme de gouttes huileuses, puis le liquide s'éclaircit, la séparation est complète.

» En préparant une assez grande quantité de cette matière grasse, je me suis assuré que ses propriétés étaient analogues à celles du beurre ordinaire : cette graisse fond entre $+32^\circ$ et $+33^\circ$, et sa densité à $+15^\circ$ est 0,93.

» L'application de ces réactions à un dosage pratique et rapide est des plus simples : on prend un ballon de verre dont le col allongé est gradué en centimètres cubes et dixièmes.

» On y verse un mélange préparé et agité d'avance, de 100 parties de lait pour 200 à 250 parties d'acide chlorhydrique pur et concentré, puis on chauffe jusqu'à ce que la liqueur soit devenue de couleur brune.

» On ajoute alors de l'ammoniaque diluée jusqu'à ce que le liquide s'éclaircisse; on remplit le ballon avec assez d'eau chaude pour que le niveau atteigne le haut de la graduation, et on lit directement le nombre de divisions occupées par la matière grasse qui se rassemble aussitôt et reste fondue dans le tube chaud.

» A la température de la fusion, ce beurre possède une densité voisine de 0,90; c'est par ce nombre qu'il faut multiplier le volume observé pour avoir le poids. On peut éviter cette correction en prenant un dixième de plus du lait à analyser, 110^{cc} au lieu de 100^{cc} par exemple : le volume observé donnera directement le poids pour 100^{cc} ou par litre.

» Les résultats sont assez réguliers et satisfaisants pour la pratique industrielle; les manipulations sont simples et rapides.

» Avec cette méthode, on peut prélever des échantillons sur les lieux mêmes, ajouter l'acide chlorhydrique et apporter tous ces mélanges au laboratoire pour les analyser à l'occasion.

» On obtient d'assez bons résultats en opérant sur 44^{cc} de lait et 100^{cc} d'acide. Ce mélange devient de plus en plus rouge; à la température ordi-

naire, la réaction commence, mais elle est lente ; on l'active en chauffant à la température de + 80° environ. »

MINÉRALOGIE. — *Sur de nouvelles formes de silice cristallisée.* Note de MM. MICHEL-LÉVY et MUNIER-CHALMAS, présentée par M. Fouqué.

« Les diverses formes de silice fibreuse ont été d'abord réunies sous le nom de *calcédoine*, et considérées comme un mélange de quartz et de silice amorphe. En 1885, M. Rosenbusch ([1]) a proposé de réserver le nom de *calcédoine* aux fibres siliceuses toujours négatives suivant leur allongement ; il considère d'ailleurs la calcédoine comme ayant un seul axe optique et une double réfraction *négative ;* quant aux fibres siliceuses positives, il les attribue au quartz. En 1889, l'un de nous ([2]) a constaté que la calcédoine présente en lumière convergente un axe optique *positif ;* dès lors, elle pouvait être considérée comme allongée transversalement à son axe de symétrie supérieure.

» Nos recherches ont porté sur les relations qui lient entre elles ces diverses formes ; nous avons surtout utilisé les matériaux découverts par l'un de nous dans le bassin de Paris ([3]).

» I. *Calcédoine.* — On trouve, à Longpont et dans le crétacé supérieur de la Haute-Garonne (Propiary, Auzas), des orbicules composés d'une partie centrale de calcédoine, entourée par une zone concentrique de quartzine (que nous définirons plus loin), en rapport intime avec une couronne périphérique de cristaux de quartz.

» Une section suivant la face plane de ces orbicules, souvent aplatis, montre une succession de zones concentriques de calcédoine, alternativement éteintes ou donnant le maximum de biréfringence. Les parties éteintes sont sensiblement perpendiculaires à une bissectrice aiguë positive (n_g) ; les axes présentent un écartement pouvant atteindre un angle vrai 2V de 30° ; le plan des axes est parallèle à l'allongement des fibres, qui coïncident par conséquent avec n_p. Les parties éclairées sont parallèles à n_g, qui a ainsi exécuté une rotation de 90° autour de l'allongement n_p

---

([1]) *Mik. Physiogr.* Stuttgart, 1885.

([2]) *Tableaux des minéraux des roches.* Paris, Baudry ; 1889.

([3]) Voir plus loin p. 663.

jouant ici le rôle d'un axe binaire; ces parties présentent donc le maximum de biréfringence (0,009 à 0,010).

» II. *Quartzine*. — Elle est formée de lamelles fibreuses, positives suivant leur longueur; les sections parallèles à ces fibres ne présentent aucune partie éteinte; la biréfringence y atteint un maximum $(n_g - n_p)$ identique à celui de la calcédoine; dans les orientations les plus éloignées du plan des axes optiques $(n_g - n_m)$, la biréfringence ne descend pas au-dessous des $\frac{3}{4}$ de ce maximum, soit 0,007.

» Les sections, tangentes aux orbicules et sensiblement perpendiculaires aux fibres, sont presque éteintes. Elles montrent en lumière convergente une bissectrice aiguë positive (n_g), autour de laquelle deux axes optiques se présentent avec un écartement $(2V)$ allant jusqu'à 35° vrais. Dans ces sections tangentes, coupées à la limite de la couronne périphérique de quartz, on voit des groupements ternaires de quartzine composés de trois arêtes à 120°, déterminant trois secteurs finement striés suivant les bissectrices de ces angles.

» La partie centrale présente un axe optique unique positif; les secteurs montrent au contraire deux axes autour d'une bissectrice aiguë positive n_g; la bissectrice obtuse n_p est parallèle aux traces des lamelles; elle correspondrait donc à la petite diagonale des losanges ébauchés par les arêtes. Ce sont là de vrais cristaux naissants de quartz.

» Il est remarquable que la quartzine constitue des groupements en éventail, partant d'angles rentrants, formés à la périphérie de la zone calcédonieuse, qui présente une succession de pointements réguliers d'environ 105°.

» III. *Quartz*. — Les faits qui précèdent nous paraissent démontrer que la calcédoine et la quartzine sont deux formes du même réseau, l'une allongée suivant n_p, l'autre suivant n_g. L'identité des biréfringences, du signe des bissectrices et de l'angle des axes optiques nous paraît confirmer cette appréciation.

» Il nous reste à étudier les groupements de ce réseau qui donnent naissance au quartz. Les quartz dans lesquels nous avons pu voir les fibres élémentaires sont constitués par des groupements ternaires de quartzine, dans lesquels l'axe n_g de ce minéral coïncide avec l'axe optique du quartz résultant. Cette disposition, que nous avons décrite plus haut, pouvait être prévue *a priori* eu égard à la presque identité de la biréfringence maximum du quartz avec celle du réseau composant.

» Elle vérifie également, d'une façon tout à fait remarquable, les prévisions que M. Mallard [1] a déduites de la polarisation rotatoire du quartz; car nous n'avons pu constater que l'existence d'un seul axe binaire (n_p) du réseau élémentaire perpendiculairement à n_g, et par conséquent le groupement résultant est bien ternaire et non senaire.

» IV. *Lutécite*. — Dans le calcaire grossier supérieur de Clamart, on trouve les associations suivantes : 1° orbicules de quartzine, sous forme d'hémisphérolithe aplati; les sections basales montrent parfois huit secteurs principaux; 2° couronne de quartz orientés comme les faisceaux de quartzine auxquels ils correspondent; 3° cristaux de lutécite implantés sur les cristaux de quartz. La lutécite se présente sous forme de pyramides hexagonales surbaissées, accolées par leurs bases et séparées par une gouttière continue. L'hexagone n'est pas régulier; il est seulement symétrique par rapport à deux plans; l'hexagone comporte deux angles de 130° environ et quatre de 115°. Ces valeurs sont seulement approximatives, car les faces ne sont ni planes, ni brillantes : on les voit constituées par des pointements de lamelles groupées parallèlement aux arêtes de la pyramide. Les deux faces de cette dernière, perpendiculaires au plan de symétrie et opposées par le sommet, font entre elles un angle de 133° environ.

» Les diverses sections de lutécite montrent un assemblage complexe, dans lequel le réseau élémentaire a toujours sa bissectrice n_g très oblique sur l'axe pseudo-ternaire. Chaque pyramide est constituée par six secteurs limités par des plans passant par l'axe pseudo-ternaire et par les arêtes de la pyramide. Dans chacun de ces plans, existe un système de fibres faisant, avec l'axe pseudo-ternaire, un angle d'environ 73°; avec l'arête de la pyramide, un angle d'environ 46°. Une section perpendiculaire à l'axe pseudo-ternaire montre six secteurs présentant chacun deux séries de lamelles croisées.

» Les fibres lamelleuses ont leurs axes d'élasticité n_g et n_m compris dans le plan passant par l'arête de la pyramide et l'axe pseudo-ternaire; n_g fait avec ce dernier un angle de 36°, et avec une normale à l'arête un angle de 7°.

» La biréfringence, le signe de la bissectrice positive, l'écartement des axes optiques dans chaque réseau élémentaire sont identiques à ceux de la calcédoine ou de la quartzine. Mais l'allongement est différent, puisqu'il paraît compris dans le plan n_g et n_m, à 45° de n_g.

---

[1] *Cristallographie physique*, t. II, p. 314.

» On peut remarquer, à ce sujet, que le rhomboèdre primitif du quartz (94° 15′) est assez voisin d'un cube, et que des axes multiples de symétrie pseudo-ternaires devraient faire entre eux un angle voisin de 70° 32′; l'allongement apparent des fibres du réseau élémentaire de la lutécite est en effet à 73° environ de l'axe pseudo-ternaire de ce groupement; mais la position de n_g ne permet pas d'assimiler complètement ce réseau à celui qui entre dans la composition du quartz. »

MINÉRALOGIE. — *De la solubilité de quelques substances dans l'eau de mer.* Note de M. J. THOULET.

« Le procédé dont je me suis servi pour mesurer la solubilité de diverses substances dans l'eau de mer consiste à pulvériser la substance et à la trier en grains égaux par un double tamisage à travers deux tamis calibrés, à la dessécher complètement et à en peser deux portions à peu près égales.

» L'une de ces portions a été placée dans un flacon de 1^{lit}, bouché à l'émeri, et mise en contact avec un volume connu d'eau de mer (700^{cc} à 750^{cc}) filtrée; chaque jour on agitait; chaque semaine, on vidait l'eau à l'aide d'un filtre siphon, *per ascensum,* et on la remplaçait par de l'eau nouvelle. Après une durée d'immersion suffisante, on remplaçait l'eau de mer par de l'eau distillée, mais en même temps, dans des conditions absolument identiques, on soumettait la seconde portion de la substance au même traitement, au contact d'eau distillée, en même quantité et provenant du même récipient; chaque semaine, on changeait l'eau dans les deux flacons et on la remplaçait par de l'eau nouvelle. On a filtré une dernière fois, recueilli les deux poudres qu'on a desséchées et pesées. De la perte de poids dans l'eau de mer et dans l'eau douce on retranche la perte de poids dans l'eau douce seule, la différence donne la solubilité dans l'eau de mer.

» Dans des expériences analogues (*Comptes rendus*, t. CVIII, p. 753; 1888) j'avais été gêné par un développement d'algues. Cette fois, j'ai opéré dans des flacons recouverts d'étoffe noire et maintenus sous une cloche opaque en carton. En se mettant ainsi à l'abri de toute lumière, il ne s'est point formé d'algues.

» Le diamètre moyen des grains de ponce, de coquilles et de corail était de $0^{mm},85$; celui des globigérines, mesuré au microscope, était de $0^{mm},30$. L'eau de mer, de densité égale à 1,0253 à 11°, a été recueillie dans la

Manche, au large de Fécamp; la perte, rapportée à la superficie des grains, a été calculée en supposant ces grains sphériques et égaux.

» Les résultats obtenus montrent que la solubilité dans l'eau de mer, très faible par elle-même, est en outre notablement plus faible que la solubilité dans l'eau douce. On se rappelle que l'eau douce contient toujours de l'acide carbonique, tandis que l'eau de mer est alcaline.

		Ponce.	Coquilles.	Corail.	Globigérines.
Durée de l'immersion dans l'eau de mer et dans l'eau douce...	du..............	4 avril 89	26 oct. 89	26 oct. 89	26 oct. 89
	au..............	9 août 89	15 févr. 90	15 févr. 90	15 févr. 90
	Nombre de jours...	127	119	119	119
Quantité d'eau employée..........	salée............	10550^{cmc}	8450	8450	8450
	douce............	2780^{cmc}	3550	3550	3550
Durée de l'immersion dans l'eau douce...	du..............	18 juil. 89	18 janv. 90	18 janv. 90	18 janv. 90
	au..............	9 août 89	15 févr. 90	15 févr. 90	15 févr. 90
	Nombre de jours...	22	35	35	35
Quantité d'eau douce employée...........		2780^{cmc}	3550	3550	3550
Température........	maximum........	29°,0	20°,0	20°,0	20°,0
	minimum........	11°,5	3°,0	3°,0	3°,0
	moyenne........	20°,5	12°,4	12°,4	12°,4
Eau de mer et eau douce...........	Poids initial.......	1,7804	4,3045	5,6054	1,6349
	Poids final.........	1,7439	4,2285	5,4815	1,5768
	Perte par gramme.	0,0205	0,0176	0,0221	0,0355
Eau douce..........	Poids initial.......	1,7633	4,2948	5,6251	1,6365
	Poids final........	1,7408	4,2244	5,5191	1,5840
	Perte par gramme.	0,0128	0,0164	0,0185	0,0321
Différence ou solubilité dans l'eau de mer par gramme et par jour..................		0,0000733	0,0000142	0,0000429	0,0000405
Solubilité dans l'eau de mer par jour et par décimètre carré..................		0,000105	0,000039	0,000201	0,000137
Solubilité dans l'eau douce par jour et par décimètre carré..................		0,000832	0,001843	0,003014	0,003091
Observations..............................		(1)	(2)	(3)	(4)

(1) Ponce de Lipari.

(2) Coquilles de *Pectunculus pilosus* et de *Cardium edule* en portions à peu près égales, prises au bord de la mer et ayant déjà quelque peu subi l'influence des agents atmosphériques; elles contiennent 92,72 pour 100 de carbonate de chaux.

(3) Corail mort du genre *Cladocora*.

(4) Globigérines recueillies par S. A. S. le prince de Monaco à bord de l'*Hirondelle*. L'échantillon portait les indications suivantes : n° 20, 14 juillet 1888, 3e tamis, n° définitif de station 184, chalut prof. 1850m, 40°5' lat. N., 29°48' long. W.; il était entièrement composé de débris calcaires de Foraminifères : *Globigerina, Orbulina, Textularia, Cristellaria, Hyperammina, Trochammina*, etc.

» Il n'a pas été tenu compte de la porosité des substances parce que l'on a admis que l'eau contenue dans les pores ne tardait pas à se saturer et ne se renouvelait point. »

ZOOLOGIE. — *Sur le développement des Éponges siliceuses et l'homologation des feuillets chez les Spongiaires.* Note de M. **Yves Delage**, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« La larve libre des Éponges siliceuses est décrite comme une petite Morula de forme ovoïde, formée d'une couche superficielle de petites cellules ciliées ectodermiques, et d'une masse centrale où l'on a cherché à distinguer un endoderme et un mésoderme. Souvent la couche ectodermique est incomplète et laisse la masse centrale faire hernie au pôle postérieur. On admet, en général, qu'après la fixation les cellules externes perdent leurs cils et forment l'épiderme, tandis que l'endoderme forme les canaux et les corbeilles, et le mésoderme les tissus intermédiaires. Goette a cherché à démontrer que, chez *Spongilla*, l'ectoderme larvaire est rejeté et que tous les tissus sont formés par le noyau central endodermique, opinion réfutée dernièrement par Maas.

» Chez *Esperella*, les cellules ciliées ne constituent pas la couche superficielle du corps. Elles sont très longues, très étroites, et leur noyau est rejeté vers la base. Il y a donc entre la couche des noyaux de ces cellules et la surface une zone assez large. Dans cette zone se trouvent des cellules beaucoup plus grosses que les ciliées et arrondies. Ces cellules, bien que nombreuses, ne se touchent pas par leurs bords et forment une couche discontinue. Les cellules ciliées ne sont pas véritablement externes. Elles insinuent seulement leur col allongé et flagellifère entre les cellules périphériques, pour servir, par le jeu de leurs cils, à la locomotion de la larve. Les cellules ciliées représentent l'endoderme, et les cellules externes l'ectoderme, comme le prouve le développement ultérieur. Le pôle nu est limité à la surface par plusieurs assises de grosses cellules, contenant chacune une vacuole et que je considère, malgré la différence d'aspect, comme sœurs des cellules précédentes, et représentant l'ectoderme à ce niveau. Chez *Reniera*, elles forment même une rangée épithéliale continue et sont cubiques et massives. La masse centrale est formée de cellules, parmi lesquelles je signalerai seulement ici les cellules mères des spicules, de nombreuses cellules conjonctives et de gros éléments à noyau clair, à nucléole volumineux, qui sont les cellules mères des corbeilles.

» La larve se fixe par un point *quelconque* de la surface ciliée : souvent par le pôle antérieur, jamais par le pôle nu. Dès qu'elle est devenue immobile, les cellules ectodermiques gagnent la surface où elles se soudent en une membrane continue; les endodermiques perdent leur cil, rétractent leur protoplasma autour du noyau et se retirent vers l'intérieur. Les *corbeilles ciliées* se forment bien, comme Goette l'a vu, aux dépens d'une seule cellule, mais par un processus différent de celui qu'il indique et, à mon sens, plus rationnel. D'après Goette, les cellules mères contiennent, outre leur noyau, des granulations vitellines qui, modifiant leur composition chimique, se transforment en noyaux cellulaires et se séparent, emportant une petite masse de protoplasma maternel. J'ai pu constater, au contraire, que les noyaux proviennent de la division du noyau primitif. Les cellules filles se groupent en sphère creuse et développent leurs cils et leurs collerettes. Pendant ce temps, l'Éponge augmente de volume, et dans la masse centrale se creusent des lacunes qui peu à peu s'agrandissent, se régularisent et arrivent à former les canaux. Les petites cellules, jadis ciliées, se disposent autour de ces lacunes pour les tapisser. Ce sont donc elles qui forment le revêtement des canaux de l'Éponge. D'abord massives, elles s'étalent au fur et à mesure que les canaux, en s'agrandissant, leur offrent une plus grande surface à tapisser, et elles finissent par prendre l'aspect d'un revêtement endothélial. Dès que les canaux ont acquis leur épithélium, les corbeilles s'ouvrent à leur intérieur, par simple soudure au canal le plus voisin et déhiscence au niveau de la soudure. Un système de lacunes superficielles forme la cavité sous-dermique. Le plancher de cette cavité a le même revêtement cellulaire que les canaux, mais la voûte est tapissée de cellules ectodermiques. Cette voûte comprend deux couches de cellules ectodermiques, séparées par quelques éléments conjonctifs. Les oscules se forment sur les bords de l'Éponge, et les pores sur le reste de la surface, par simple déhiscence, entre deux ou trois cellules contiguës.

» En somme, il résulte de ces observations que :

» 1° Il existe une couche cellulaire externe spéciale qui devient l'ectoderme;

» 2° Les cellules ciliées représentent l'endoderme; elles rentrent à l'intérieur et tapissent les canaux [1].

» Cette interprétation fait disparaître la différence radicale et incompré-

---

[1] J'entends ici ectoderme et endoderme par rapport au Spongiaire adulte; car, pour l'homologation avec les Métazoaires, je pense, avec Balfour, que les termes de la comparaison doivent être renversés. Il semble évident que les cellules granuleuses de l'*Amphiblastula* sont l'endoderme primitif, et les cellules ciliées l'ectoderme. L'invagination temporaire des cellules granuleuses dans les ciliées est sans doute un rappel d'un processus ancestral abandonné. Je puis ajouter que, chez mes larves, j'ai vu souvent se produire une invagination passagère du pôle nu, et je considère ce phénomène comme représentant, sous une forme plus atténuée, la pseudo-invagination de l'*Amphiblastula*.

hensible entre les Éponges calcaires et les siliceuses. Chez les premières (¹), les cellules granuleuses du pôle postérieur forment l'ectoderme et les cellules ciliées l'endoderme. Chez les siliceuses, l'inverse était admis. Les faits découverts chez *Esperella* montrent que les processus sont au fond semblables dans les deux groupes. On peut considérer la larve de notre Éponge siliceuse comme une larve de *Sycon*, par exemple, qui, au lieu d'être vide, aurait développé de bonne heure un volumineux mésoderme remplissant tout le corps, et dont l'ectoderme, au lieu d'être localisé au pôle postérieur, s'étendrait sous la forme d'une couche à éléments dissociés dans toute la région ciliée. Comme une invagination régulière est rendue impossible par la présence du noyau central, les cellules ciliées s'enfoncent isolément, rompant les rangs en quelque sorte, pour reprendre plus tard leur disposition épithéliale à l'intérieur du corps.

» Quant aux cavités des corbeilles, leur mode de formation ne permet pas de les considérer comme endodermiques. Elles ne sont point une partie d'un archenteron ou d'une cavité primitive quelconque de la larve. Elles se forment à la manière de petites lacunes schizocéliques, par écartement d'éléments contigus. D'autre part, les cellules mères sont complètement distinctes de l'endoderme et ont exactement la situation des éléments mésodermiques; je me vois ainsi obligé de rattacher les corbeilles elles-mêmes au mésoderme. La conception nouvelle de l'Éponge siliceuse résultant de ces recherches serait donc la suivante : un ectoderme formant le revêtement extérieur, les canaux tapissés par l'endoderme, tout comme chez les calcaires, et, en outre, sur le trajet des canaux, les corbeilles, petites cavités schizocéliques tapissées par des cellules mésodermiques différenciées.

» Je ne me dissimule pas que cette manière de voir soulève une grave objection : aussi me garderai-je d'être trop affirmatif sur le dernier point. Si vraiment les corbeilles des Éponges calcaires et de certaines siliceuses se développent par des diverticules d'une membrane endodermique, elles sont endodermiques. Comment alors celles des *Spongilla*, *Reniera*, *Esperella* et d'autres sans doute pourraient-elles appartenir au mésoderme?

» Cette question réclame de nouvelles recherches. Il s'agira de vérifier si, chez les calcaires et chez certaines siliceuses, les corbeilles se forment vraiment par des diverticules endodermiques; et, dans le cas de l'affirma-

(¹) Je parle ici seulement des formes à *Amphiblastula*, laissant de côté pour le moment les *Ascetta* qui, sous certains rapports, forment un terme de transition et dont l'évolution ne me paraît pas suffisamment connue.

tive, si chez les *Reniera*, *Spongilla*, *Esperella* et autres semblables, les premiers phénomènes du développement n'autoriseraient pas, malgré l'apparence, à rattacher à l'endoderme les cellules mères des corbeilles vibratiles (Roscoff, juillet, août et septembre, 1889). »

ZOOLOGIE. — *Mécanisme physiologique de l'éclosion, des mues et de la métamorphose chez les Insectes orthoptères de la famille des Acridides*. Note de M. J. KUNCKEL D'HERCULAIS, présentée par M. Blanchard.

« Les phénomènes qui caractérisent les différents stades de la vie évolutive des Insectes ont de tout temps attiré l'attention des naturalistes; mais, frappés par les modifications souvent considérables que subissent les formes extérieures, ceux-ci se sont particulièrement attachés à décrire et à figurer ces changements apparents, sans se préoccuper de rechercher les causes qui les déterminent.

» Cependant les belles observations de Réaumur (1738) sur le mécanisme singulier de l'éclosion des Mouches, observations confirmées et complétées par plusieurs naturalistes (von Gleichen, 1766; Reissig, 1855; Weismann, 1864; Th. Lowne, 1870; J. Künckel d'Herculais, 1875), auraient dû faire soupçonner que les stades évolutifs dans chacun des groupes de la classe des Insectes pouvaient présenter des particularités physiologiques inattendues.

» Les Muscides ont en effet la faculté de transformer leur région frontale en une ampoule qu'elles font saillir ou qu'elles rétractent à volonté, et à l'aide de laquelle elles exercent une forte pression sur la paroi antérieure de la pupe pour en déterminer la rupture. Nous avons établi par l'observation et l'expérience que le gonflement de l'ampoule était obtenu non pas par pression de l'air chassé des trachées, mais par afflux de sang lancé de la cavité générale par la contraction des muscles thoraciques et addominaux (1).

» Chargé de la direction du service d'étude et de destruction des Acridiens migrateurs, *vulgo* Sauterelles, en Algérie, j'ai suivi le cycle évolutif de l'Acridien ravageur par excellence, le *Stauronotus maroccanus* Thunberg; c'est ainsi que j'ai été amené à découvrir le mécanisme physiologique de l'éclosion, des mues et des métamorphoses.

---

(1) JULES KUNCKEL D'HERCULAIS, *Recherches sur l'organisation et le développement des Volucelles*, p. 77 et suiv.; Paris, 1875.

» Je me suis attaché tout d'abord à observer la sortie des jeunes Acridiens de leur coque ovigère ; pour cela, isolant des coques dans des tubes de verre, j'ai pu suivre, au lever du jour, toutes les phases de l'éclosion. Chaque coque est fermée par un couvercle admirablement adapté ; six ou sept jeunes, réunissant leurs efforts, le font sauter en le projetant parfois à plusieurs centimètres; et cependant, ils ne peuvent faire usage des outils que la nature mettra plus tard à leur service : mandibules tranchantes, pattes robustes garnies d'épines et terminées par de forts crochets; ils sont encore soigneusement emmaillotés. Si on les examine attentivement, on reconnaît qu'ils ont la faculté de faire saillir de la région dorsale, entre la tête et le prothorax, une ampoule qu'ils gonflent ou rétractent à leur guise. C'est à l'aide de cette ampoule cervicale qu'ils soulèvent la porte de leur demeure. Mais là ne s'arrête pas le rôle de cet appareil; il leur donne le moyen de renverser les obstacles qui s'opposent à leur passage pour arriver au jour; bien plus, il leur permet de modifier à leur gré le volume de chacune des régions du corps, et, de la sorte, leur donne la facilité de passer à travers les fissures du sol les plus étroites, de sortir de leurs coques ovigères, au couvercle obturé, par une fente faite au canif, de s'échapper des boîtes par des trous imperceptibles. Le rôle de l'ampoule cervicale est encore plus important : aussitôt qu'ils sont parvenus à la lumière, les jeunes Acridiens muent; c'est en gonflant l'ampoule qu'ils rompent la membrane qui les enveloppe, et c'est en emmagasinant le sang dans sa cavité qu'ils diminuent le volume des autres parties du corps et détachent cet amnios ; les mouvements de contraction des muscles achèvent de le conduire à l'extrémité du corps. Ainsi délivrés, les jeunes Acridiens peuvent alors faire usage de leurs membres pour la marche, le saut, et ont la libre disposition de leurs antennes et de leurs pièces buccales.

» Rentré en France, je me suis préoccupé de savoir si les faits que j'avais observés étaient consignés dans les beaux travaux des naturalistes américains sur les Acridiens ravageurs des États-Unis. Je me suis assuré que M. Riley, dans les différentes descriptions qu'il donne du processus de l'éclosion, ne signale pas l'ampoule cervicale et par conséquent ne parle pas de ses importantes et multiples fonctions; pour lui, ce sont les pattes qui jouent le principal rôle (¹). M. Packard a vu le gonflement

(¹) « The Latching of a continued series of undulating contractions and expansions of the several joints of the body, and with the motion there is slight but constant

et l'expansion de la membrane unissant la tête et le prothorax; mais, s'il lui attribue la faculté de rompre la coque de l'œuf et l'amnios, il le fait avec quelques restrictions (1), bien qu'il s'attache à réfuter l'opinion de M. Riley.

» D'après mes observations, il ne peut y avoir aucun doute sur le rôle exclusif de l'ampoule cervicale; les dessins que j'ai exécutés, en prenant la nature sur le fait, en fournissent la démonstration; les pattes, encore molles et emmaillotées, sont immobilisées et absolument impropres à aucun usage.

» Connaissant le mécanisme de l'éclosion et de la première mue, j'ai recherché si ce mécanisme n'était pas mis en jeu par les Acridides à tous les stades de leur évolution; j'ai constaté qu'à chaque nouvelle mue et lors de la métamorphose complète, la membrane unissant en dessus la tête et le prothorax avait la faculté de se distendre et de constituer une ampoule cervicale. Cette ampoule, en se gorgeant de sang, exerce sur la région dorsale du tégument une violente pression qui en détermine la rupture.

» L'ampoule cervicale joue donc chez les Acridides le même rôle que l'ampoule frontale chez les Muscides; mais elle a des attributions plus complètes, puisqu'elle entre en action lorsque le jeune est encore enfermé dans l'œuf et fonctionne à tous les stades du développement. »

GÉOLOGIE. — *Sur les grandes dunes de sable du Sahara.* Note de M. G. **Rolland**, présentée par M. Fouqué.

« La formation des grandes dunes de sable du Sahara représente le plus important des phénomènes actuels sur cette partie du globe.

---

friction of the tips of the jaws and of the sharp tip of the hind tibials spines, as also of the torsal claws of all the legs against the shell, which eventually weakens between the points *d* and *e* (*fig.* 22), and finally gives way there ([a]). »

(1) « This action *probably* begins before the shell is burst, and seems amply sufficient to burst the chorion » et il ajoute plus loin : « The distension of this part *probably* ruptures the skin ([b]). »

([a]) Ch.-V. Riley, *Ninth annual Report of the noxious, beneficial and other Insects of the State of Missouri.* Jefferson City, p. 89; 1877. — *The Locust Plague in the United States.* Chicago, 1877, et autres publications.

([b]) A.-S. Packard, *Report on the Rocky Mountain Locust* (*Ninth Annual*, p. 632 et 634). — *Report of the United States Geol. and Geog. Survey.* Washington, 1877. — Voir également C.-M. Riley, A.-S. Packard, Cyrus Thomas, *First annual Report of the United States Entomological commission* f. the y. 1877, relat. to the *Rocky Mountain Locust.* Washington, p. 278 et 279; 1878.

» Dans une Note que j'ai présentée en 1881 à l'Académie des Sciences (¹) et que j'ai développée ensuite dans le *Bulletin de la Société géologique* (²), puis, plus complètement, dans *la Nature* (³), j'ai cherché à établir nettement les lois principales qui président à la formation et au régime des grandes dunes du Sahara et des régions désertiques, en général. Je les résumerai de nouveau ici par l'énoncé des cinq propositions suivantes :

» 1° *Les dunes sont de formation contemporaine, et leurs éléments proviennent de la désagrégation des roches sous les influences atmosphériques et sous les effets du climat saharien* (dans le Sahara algérien, elles proviennent surtout des terrains d'atterrissement ; dans le désert libyque, des grès de Nubie, etc.).

» 2° *L'amoncellement des sables des grandes dunes du Sahara est dû entièrement au vent* (dont le rôle prédominant était contesté par la plupart des géologues qui se sont occupés du Sahara).

» 3° *Il y a relation, directe ou indirecte, entre les chaînes de grandes dunes et le relief du sol* (la direction des chaînes étant indépendante de l'orientation des dunes élémentaires), *et c'est le relief qui est la cause première de l'amoncellement des sables en certains endroits déterminés.*

» 4° *Le va-et-vient des sables, sous l'action alternative des courants atmosphériques, se traduit finalement par un transport suivant la direction de la résultante mécanique des vents, et cette direction est indiquée par les emplacements des grandes dunes par rapport aux régions qui les alimentent* [dans l'ensemble du Sahara algérien, et sauf exceptions locales, elle est dirigée du nord-ouest au sud-est (⁴)].

» 5° *Les grandes dunes ne sont pas, à proprement parler, mobiles, mais présentent une progression lente suivant la résultante mécanique des vents.*

» De ces cinq lois principales, la troisième, celle qui a trait à la relation entre les chaînes de dunes et le relief du sol, a été contestée par M. le capitaine du Génie Courbis dans un Mémoire fort intéressant sur *Les dunes et les eaux souterraines du Sahara*, présenté le 7 mars dernier à la Société de Géographie par M. le général Derrécagaix, Directeur du Service géographique de l'armée (⁵). D'après M. Courbis, « ce serait l'eau qui

---

(¹) *Comptes rendus*, 18 avril 1881.
(²) *Bull. Soc. géol. de France*, 3ᵉ série, t. X; 1881.
(³) *La Nature*, 3 juin et 8 juillet 1882.
(⁴) Voir ma Carte géologique du Sahara, 2ᵉ édition (*Association française*, 1888).
(⁵) *Comptes rendus des séances de la Société de Géographie*, 1890, nº 5.

fixerait les dunes; elles ne se formeraient que sur les points où, aussitôt déposé, le sable devient humide ». Ce serait dans l'humidité du sol et non dans son relief qu'il faudrait chercher l'origine de l'accumulation des dunes.

» Dans une Note antérieure, adressée en 1885 à la Société de Géographie, M. Jules Garnier avait soutenu la même manière de voir ([1]).

» Je ne viens pas contester l'exactitude des observations de MM. Garnier et Courbis; je reconnais que leurs conclusions s'appliquent dans certains cas particuliers; mais, à mon sens, on ne saurait y voir l'explication générale du phénomène du dépôt des grandes dunes. Dire, d'une manière générale, que c'est l'eau qui fixe les dunes, c'est confondre l'*effet* avec la *cause*, ainsi que je vais le démontrer.

» Il est bien connu que les dunes du Sahara sont généralement humides à leur intérieur : par une singulière antithèse de la nature, ces grands massifs de sables, qui résultent essentiellement de la sécheresse du climat saharien, jouent au Sahara le rôle de véritables *réservoirs d'eau*. En effet, toutes les eaux météoriques qui tombent sur les dunes ou y arrivent (en quantités plus grandes qu'on ne le croit) y sont aussitôt absorbées, s'y trouvent dès lors à l'abri de l'évaporation et se rassemblent vers la base de ces massifs perméables sous forme de larges nappes. C'est même là une des raisons pour lesquelles les grandes dunes restent *stationnaires*, et en cela je suis d'accord avec M. Courbis : les sables entassés acquièrent en s'humectant une pesanteur plus grande et une certaine cohésion, plus de stabilité et plus de force de résistance contre le vent; de plus, et comme conséquence, il se développe au pied des grandes dunes une végétation spontanée, qui tapisse leur lisière et contribue encore davantage à les fixer.

» Mais ce sont là des phénomènes *postérieurs* au dépôt des grandes dunes et, dans la généralité des cas, ce n'est pas l'humidité *préexistante* du sol qui a motivé leur dépôt. Quand cela se produit, ce n'est qu'un cas particulier. Un fait vraiment général, au contraire, est qu'au Sahara la surface du sol est très sèche; même dans les dépressions artésiennes, la nappe ascendante supérieure ne se trouve le plus souvent qu'à 2^m ou 3^m au-dessous de la surface; s'il fallait que le sol même fût humide pour que les dunes pussent s'y déposer, il y aurait relativement bien peu de dunes au Sahara. Comme preuve que cela n'est nullement indispensable, je citerai les deux grandes chaînes de dunes que l'on rencontre à l'est d'El Goléa et qui re-

---

([1]) *Comptes rendus des séances de la Société de Géographie*, 1885, nos 16-17.

posent sur des plateaux calcaires, absolument dépourvus d'humidité et de végétation.

» Les observations de M. Courbis semblent avoir surtout porté sur les dunes du bas-fond de Ouargla. Je connais bien moi-même cette région ([1]); mais je ferai remarquer qu'elle ne présente guère de grandes dunes, sauf la chaîne, haute d'une cinquantaine de mètres, qui longe le bord de la terrasse orientale et qui se trouve précisément en relation avec une ligne de relief. Quant aux petites chaînes de sable, hautes de 5^m à 6^m au plus, qui barrent le bas-fond de Ouargla, et quant à toutes celles dont les méandres zèbrent les lits des autres oueds du Sahara, je ne crois pas qu'en cherchant à expliquer en détail les caprices de leur allure, on arrive à discerner les lois principales du régime des grandes dunes.

» Pour ce qui est de la loi de la relation des chaînes de grandes dunes avec le relief du sol, elle m'est apparue avec une rare netteté dans la région d'El Goléa, où j'ai signalé deux séries de chaînes distinctes, les unes nord-sud, les autres nord-ouest-sud-est, longeant soit des lignes d'escarpement, soit des vallées, et limitées aux accidents topographiques dont elles dépendent directement et dont dépend aussi leur propre orographie. Or, il s'agit là de chaînes dont la hauteur atteint, par place, une centaine de mètres, et la longueur une cinquantaine de kilomètres.

» Les faits ne sauraient être partout aussi simples; mais j'ai moi-même généralisé le principe en disant : « Cette relation n'a rien que de rationnel. » Le grain de sable mis en mouvement s'arrête en certains points, soit » que la force motrice du vent diminue, les accidents topographiques lui » permettant une expansion qui diminue sa vitesse (ou donnant lieu à des » remous qui brisent le courant principal), soit que la résistance augmente, s'il y a obstacle, ou contre-pente trop forte, ou frottement trop » grand », ou adhérence du sol.

» La loi ainsi énoncée me semble vraiment générale. Elle comprend les cas particuliers où les sables sont fixés par la végétation ou par l'humidité. Comme d'ailleurs les zones offrant végétation et humidité occupent des bas-fonds ou des vallées, il sera encore vrai de dire alors que l'emplacement des dunes résulte de la configuration et de la nature du sol.

» Ajoutons que, dans les grands massifs, le vent intervient également dans la répartition des sables et le groupement des chaînes. Mais la présente Note n'avait pour objet que de confirmer leur relation avec le relief. »

([1]) G. Rolland, La région de Ouargla (*Revue scientifique*, décembre 1884).

GÉOLOGIE. — I. *Sur les formations gypseuses du bassin de Paris.* II. *Sur les dépôts silicieux qui ont remplacé le gypse.* Note de M. **Munier-Chalmas**, présentée par M. Hébert.

I. *Sur l'origine et la position stratigraphique des différentes masses tertiaires de gypse du bassin de Paris.*

« On se rappelle que M. Dieulafait a démontré, il y a quelques années, par une série de belles expériences et de recherches devenues classiques, que les grandes masses de gypse et de sel gemme du Trias et du Permien étaient dues à l'évaporation des eaux de la mer, dans de véritables marais salants anciens. Cette hypothèse, déjà émise avant lui, n'avait pas prévalu. On admettait généralement l'intervention de sources ou de geysers, ou bien encore, pour expliquer la présence des borates de magnésie, dans le Permien de Stassfurt, l'influence des actions volcaniques.

» Depuis 1884, dans les excursions géologiques de la Sorbonne et dans mes cours de l'École Normale, j'ai cherché à démontrer que les idées de M. Dieulafait étaient applicables aux gypses tertiaires du bassin de Paris.

» En partant d'idées théoriques sur les rapports qui devaient exister entre certains dépôts silicieux et les couches gypseuses, j'avais été conduit à admettre qu'à partir de l'Éocène moyen jusqu'à la base du Miocène inférieur, on rencontrerait, en s'éloignant des lignes d'affleurement, des masses plus ou moins considérables de gypse, intercalées à différents niveaux, au milieu de nos dépôts saumâtres.

» Des sondages exécutés dans le Bassin de Paris, par deux de nos ingénieurs les plus connus, MM. Léon Dru et Arrault, ont mis en évidence l'existence de formations gypseuses nouvelles.

» Je vais passer brièvement en revue, les divers documents relatifs à cette question.

» *Éocène inférieur.* — (A) Dans l'Éocène inférieur, on ne rencontre que des quantités insignifiantes de gypse marin.

» *Éocène moyen.* — (B) L'Éocène moyen débute par des dépôts franchement marins privés de gypse. Le Calcaire Grossier supérieur correspond à une période saumâtre et lagunaire.

» L'évaporation des eaux marines a été poussée assez loin pour permettre au sel marin de cristalliser et de laisser, dans plusieurs localités, des empreintes très caractéristiques de trémies cubiques. Les sondages de Choisy-le-Roi (M. L. Dru), de Brevanne, de la gare de l'Est et du quai Jemmapes, montrent l'existence de plusieurs bancs de

gypse ayant une épaisseur variant de $2^m,50$ à $5^m,50$; les marnes gypsifères qui les accompagnent atteignent $1^m,15$ à $13^m,50$ de puissance.

» Il résulte de ces sondages que le gypse du Calcaire Grossier supérieur peut atteindre à Paris une épaisseur de 7^m à 8^m. Les *dépôts lacustres* contemporains n'en renferment pas.

» (C) Les Sables de Beauchamp présentent deux niveaux lagunaires gypsifères, l'un situé à la base de la zone moyenne, le second intercalé dans les calcaires saumâtres de Ducy.

» Le premier est représenté à Choisy-le-Roi (M. L. Dru) par $2^m,50$ de gypse et de marnes gypsifères; l'autre niveau a donné, dans les sondages de Belleville (M. L. Dru) et du quai Jemmapes (M. Arrault), 2^m à $4^m,25$ de gypse. Ce qui donne un maximum de près de 5^m pour les Sables de Beauchamp.

» (D) Aux Sables de Beauchamp succèdent les dépôts, en grande partie saumâtres, désignés sous le nom de *Calcaire de Saint-Ouen*. A Belleville, M. L. Dru a rencontré $1^m,50$ de gypse et les sondages du quai Jemmapes de M. Arrault en indiquent $4^m,25$. Les couches réellement lacustres de cet horizon n'en renferment pas.

» *Éocène supérieur*. — (E) A l'époque de l'Éocène supérieur, la stabilité des bassins d'évaporation se traduit par la formation des puissantes et classiques masses de gypse, ayant une épaisseur moyenne d'environ 30^m. Je signalerai seulement, à la base, les empreintes de grandes trémies cubiques de sel marin, décrites par Desmarets comme étant dues au retrait de la marne à *Pholadomya Ludemis*.

» (F) Les marnes éocènes supragypseuses ne renferment que quelques petites couches de gypse.

» Le calcaire de Champigny, équivalent lacustre de l'Éocène supérieur, ne renferme pas non plus de gypse.

» *Miocène inférieur*. — (G) L'état lagunaire se maintient pendant une grande partie de l'Infra-Tongrien; à Massy, les marnes à Cyrènes renferment plusieurs minces lits de gypse alternant avec de petites couches saumâtres à *Cyrena convexa*, *Cerithium plicatum*, *C. trochleare*, ressemblant, d'une manière frappante, à celui qui se forme actuellement dans les marais salants.

» (H) Les marnes vertes présentent, par places, de nombreuses alternances de très petits filets de gypse.

» (I) Le calcaire lacustre de Brie ne renferme pas de gypse; mais dans son équivalent marin que j'ai découvert à Sannois et qui a une très grande extension, il y a un banc de gypse exploité de 1^m.

» (J) Le Tongrien, aux environs de Paris, débute par des formations saumâtres à *Ostrea cyathula*, quelquefois gypsifères; sur plusieurs points, j'ai trouvé des empreintes de trémies cubiques de sel marin.

» Il résulte de ces observations :

» 1° Qu'il existe, depuis le Calcaire Grossier supérieur jusqu'à la base des Sables de Fontainebleau, des masses plus ou moins puissantes de gypse;

» 2° Que les nombreux bassins d'évaporation qui se sont successive-

ment formés pendant la période tertiaire correspondaient toujours à des périodes où le régime lagunaire s'était substitué au régime marin;

» 3° Que l'évaporation a été poussée assez loin pour amener, à plusieurs époques, la cristallisation du sel marin;

» 4° Que les *dépôts lacustres* rigoureusement synchroniques des formations marines ou saumâtres ne renferment pas de gypse.

II. *Sur les rapports des couches du gypse avec les assises où se trouvent associés la calcite, le quartz, la quartzine, l'opale, la calcédoine, la lutécite et la fluorine.*

» C. Prévost, Brongniart et Ch. d'Orbigny ont indiqué dans plusieurs localités des pseudomorphoses de gypse transformé en calcaire et en prétendue *calcédoine*.

» Les recherches que j'ai faites depuis 1872 m'ont démontré que le gypse du bassin de Paris avait souvent complètement disparu suivant ses lignes d'affleurement dans les vallées quaternaires, et qu'il avait été remplacé par des dépôts silicieux et calcaires.

» Dans plusieurs couches du Calcaire Grossier supérieur, *attribuées à des formations geysériennes*, on trouve associés le quartz bipyramidé et la calcite en rhomboèdre inverse. On y avait également signalé comme étant très rare la fluorine. De nombreuses recherches m'ont démontré que la fluorine était relativement commune et que ses cristaux pseudo-cubiques s'éteignaient, comme l'avait indiqué M. Mallard, suivant les arêtes du cube.

» En suivant les bancs dont je viens de parler, on y rencontre des pseudomorphoses de gypse cristallisé; ils correspondent du reste aux bancs gypseux révélés par les sondages. En étudiant ces pseudomorphoses, on voit qu'elles sont constituées par une association de quartz cristallisé, de calcite en rhomboèdre inverse, de fluorine pseudo-cubique et de deux formes nouvelles de la silice, *quartzine* et *lutécite*, que j'ai découvertes, dans le mois d'octobre 1889, dans un très grand nombre de localités (Paris, Soissons, Longpont, Carrière-sous-Bois, Clamart, Meudon, etc.). L'étude de ces deux nouveaux minéraux sera faite en collaboration avec M. Michel Lévy.

» Il me paraît possible d'expliquer les faits dont je viens de parler, de la manière suivante : Certaines assises du Calcaire Grossier supérieur renferment, à l'état d'*extrême division*, de la fluorine et de la silice plus ou moins soluble; les eaux d'infiltration, chargées d'acide carbonique et de carbonates alcalins, dissolvent du carbonate de chaux, de la silice et des

quantités infinitésimales de fluorure de calcium; lorsque ces eaux, qui circulent à l'intérieur des couches suivant les lignes d'affleurement des vallées, arrivent sur le gypse et qu'elles en sont plus ou moins saturées, les sels qu'elles renferment se précipitent et épigénisent le gypse.

» Souvent la transformation est incomplète et montre que ce phénomène, qui a commencé après le creusement des vallées quaternaires, doit encore se continuer de nos jours. »

PHYSIOLOGIE. — *Sur l'action physiologique de l'hydrogène arsénié.* Note de MM. **F. Joly** et **B. de Nabias**, présentée par M. Bouchard.

« Depuis la mort de Gehlen, on connaît l'action extrêmement toxique de l'hydrogène arsénié. Comme ce gaz se produit chaque fois que l'hydrogène naissant se trouve en présence d'un composé oxygéné arsenical, il peut être respiré dans beaucoup de circonstances et donner lieu à une intoxication le plus souvent mortelle.

» L'hémoglobinurie a été signalée comme le symptôme prédominant de cet empoisonnement, mais les altérations du sang et le mécanisme de la mort ne nous paraissent pas avoir été suffisamment étudiés. Les expériences que nous avons tentées à ce sujet, déjà commencées par l'un de nous et continuées en commun, nous ont donné les résultats que nous avons l'honneur de soumettre à l'Académie.

» Pour être à l'abri du danger, nous avons construit un appareil qui permet de faire respirer commodément, à des animaux, des mélanges gazeux, obtenus en proportions variables, d'oxygène, d'azote et d'hydrogène arsénié. Suivant la quantité de gaz arsenical contenu dans un mélange et le temps pendant lequel on donne ce dernier à respirer à un animal, on produit l'empoisonnement aigu ou subaigu, le premier se terminant par la mort au bout de quelques minutes ou de quelques heures, le second pouvant se prolonger un ou plusieurs jours. C'est dans ce dernier cas seulement que l'hémoglobinurie se manifeste.

» La dissolution de l'hémoglobine dans le plasma, dont l'hémoglobinurie est la conséquence, se traduit (l'hémoglobine dissoute étant impropre à l'hématose), par une gêne respiratoire et par une diminution progressive de l'oxygène absorbé et de l'acide carbonique exhalé jusqu'à la mort de l'animal.

» Si on laisse cailler du sang pris sur un animal qui vient d'être intoxiqué,

on trouve que le sérum renferme parfois plus de la moitié de l'hémoglobine totale du sang. Si la mort est assez tardive, l'hémoglobine dissoute passe dans les liquides de l'organisme, liquide pleural, péricardique, urine, etc.

» La dissolution de l'hémoglobine n'est pas la seule action qu'exerce l'hydrogène arsénié sur le sang. On constate également la transformation partielle de l'hémoglobine en méthémoglobine. Sous cette double influence, le sang artériel prend une teinte plus ou moins foncée suivant le degré de l'intoxication et ne rougit plus à l'air.

» La méthémoglobine est facile à mettre en évidence, surtout dans l'empoisonnement aigu, par sa réaction spectrale caractéristique et par la diminution de la capacité respiratoire du sang. C'est ainsi qu'un chien, dont le sang absorbait avant l'empoisonnement 23^{cc} d'oxygène pour 100, n'absorbe plus que 7,8 immédiatement après l'intoxication. On sait, en effet, que la méthémoglobine est une combinaison oxygénée de l'hémoglobine très stable, qui ne peut plus perdre son oxygène dans le vide et qui est incapable d'en gagner quand on l'agite à l'air. Elle est impropre à l'hématose comme l'hémoglobine dissoute, et c'est là la double raison qui fait de l'hydrogène arsénié un gaz si dangereux à respirer.

» Il convient de signaler que dans les empoisonnements par l'hydrogène arsénié, il est facile de montrer, par la méthode de Marsh, la présence de l'arsenic dans le sang, dans le caillot comme dans le sérum et dans les urines dans le cas d'hémoglobinurie. Ce fait peut avoir de l'importance au point de vue du diagnostic et de la médecine légale. »

PATHOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Sur l'action diarrhéique des cultures du choléra.* Note de M. N. Gamaleia, présentée par M. Bouchard.

« Dans notre méthode de vaccination préventive du choléra ([1]), nous faisons stériliser les cultures vaccinifères par le chauffage à 120°.

» Cette température si élevée est nécessaire non pas pour tous les vibrions cholériques qui périssent déjà à 55°-60°, mais pour détruire sûrement quelques produits spécifiques de leur vie, produits que nous appellerons *diastasiques* et dont l'étude fait l'objet de cette Communication.

» Car ces substances diastasiques ne font que gêner la vaccination

([1]) Voir *Comptes rendus de la Société de Biologie,* 30 novembre 1889.

chimique des cobayes : tandis que les vaccins, chauffés à 120°, ne produisent localement que des œdèmes qui se résorbent très vite, les bouillons de culture, stérilisés à des degrés plus bas, donnent lieu aux indurations persistantes et aux abcès.

» De plus, les animaux ne se rétablissent pas si vite qu'avec nos vaccins de 120°, et l'acquisition de l'immunité est retardée, sinon complètement empêchée.

» Pourtant, ces substances diastasiques, nuisibles dans la vaccination, sont tout autrement importantes pour l'étiologie du choléra. Car elles permettent de reproduire expérimentalement la forme clinique de cette maladie.

» Cette reproduction expérimentale était irréalisable jusqu'ici, au moins avec les cultures du vibrion de Koch, puisque avec les urines des personnes cholériques M. Bouchard avait donné une affection cholériforme aux lapins.

» Ce dernier fait nous conduit à exposer ici les résultats de nos recherches faites sur les mêmes animaux, qui sont encore d'autant plus intéressants que, premièrement, tous les expérimentateurs ont constaté leur immunité complète vis-à-vis de l'infection par le vibrion cholérique, et, deuxièmement, ils sont très résistants aussi à l'action toxique de notre vaccin.

» En effet, les lapins supportent jusqu'à 80^{cc} par kilogramme de notre vaccin, injectés dans les veines. Avec les doses plus fortes, la mort immédiate arrive, précédée des secousses musculaires, des convulsions et de l'exophtalmie. Le maximum d'action toxique se voit au moment de l'injection, et les animaux qui survivent à ce moment se rétablissent très vite.

» Les cultures vaccinifères non stérilisées provoquent aussi des phénomènes semblables. Seulement, la mort immédiate est amenée par des doses beaucoup plus petites, et les animaux qui ont succombé présentent des quantités considérables de vibrions cholériques dans leur sang. Mais ici, avec des doses qui n'amènent pas la mort immédiate, on assiste à d'autres phénomènes. L'injection de 10^{cc} par kilogramme provoque l'abattement progressif de l'animal, la cyanose et les lésions très prononcées de l'intestin qu'on trouve à l'autopsie.

» L'explication de ces lésions est donnée par les effets des cultures, stérilisées à 60°.

» Ces cultures sont très toxiques pour les lapins. Les quantités au delà de 10^{cc} par kilogramme amènent rapidement la mort. Les symptômes mor-

bides débutent par des frissons et l'épilepsie spinale, auxquels succède une prostration complète. Cette prostration se termine par la mort, précédée de quelques convulsions cloniques des pattes antérieures.

» Plus caractéristiques sont les phénomènes observés avec des doses plus petites, de 5^{cc} à 10^{cc}. Alors, l'affaiblissement des animaux n'est pas si complet. Ils refusent toute nourriture solide, mais lèchent avidemment les liquides qui se trouvent à leur portée. Une heure, environ, après l'injection, survient la diarrhée. Les déjections alvines, d'abord consistantes, deviennent complètement liquides. Cette diarrhée peut durer pendant plusieurs heures et revenir, avec des intermittences, plusieurs fois. Quand elle cesse, l'abattement, la soif, l'inappétence persistent. En même temps, on voit souvent se produire une opacité des cornées, qui deviennent ternes et grises. Cette opacité disparaît plus tard, si les animaux se rétablissent. Dans ce dernier cas, revient aussi la sécrétion urinaire, qui était jusqu'ici supprimée. Mais l'urine contient de l'albumine.

» Les animaux ne reviennent que difficilement à l'état normal. Pendant longtemps, ils restent très prédisposés à l'infection cholérique.

» En nous réservant le droit de parler une autre fois de cette prédisposition qui permet une reproduction encore plus fidèle du choléra humain, avec la présence, notamment, des vibrions dans les selles liquides, nous ajouterons ici que l'action diarrhéique de nos cultures est supprimée par le chauffage au delà de 70°. D'un autre côté, cette action persiste dans la solution des substances précipitées de nos cultures par l'alcool.

» Nous n'insisterons pas non plus sur la portée générale de nos recherches qui établissent une distinction entre les matières vaccinantes et les matières morbifiques. »

M. **Bouchard** ajoute les réflexions suivantes :

« Cette Communication de M. Gamaleïa me remet en mémoire certains faits que j'ai constatés, en 1884, quand j'ai fait chez le lapin l'injection intraveineuse des urines de l'homme cholérique. J'ai constaté la cyanose, les secousses musculaires, la diarrhée avec desquamation intestinale, l'albuminurie, qu'obtient également M. Gamaleïa par les injections des cultures du vibrion de Koch ou seulement par l'injection des produits solubles de ce microbe. Mais je dois dire que je n'avais pas obtenu ces phénomènes chez le lapin en injectant les cultures stérilisées ou non du

bacille virgule, et cependant je poussais ces injections jusqu'à 40^{cc} par kilogramme et au delà.

» Quant à la part de toxicité qui appartient aux diastases, elle ressort des expériences de M. Gamaleïa, comme elle résultait déjà des recherches de MM. Arloing, Christmas, Roussy, Roux et Yersin. La constatation de M. Gamaleïa a, à ce point de vue, un intérêt particulier : elle établirait que le pouvoir vaccinant n'appartient pas à ces substances diastasiques auxquelles appartient une part au moins de la toxicité. Ce fait ressort de recherches qui ont été entreprises depuis plusieurs mois, dans mon laboratoire, par MM. Arnaud et Charrin, sur les produits solubles du bacille pyocyanique. Ces expérimentateurs ont constaté que, si l'on distille les cultures de ce bacille, le liquide de distillation n'est pas toxique, mais est vaccinant; que le résidu sec est à la fois toxique et vaccinant; que la matière diastasique précipitée de la culture par l'alcool et lavée à l'alcool, puis redissoute dans l'eau, matière qui ne saccharifie pas l'amidon et ne liquéfie pas la gélatine, mais qui transforme le sucre de canne en glycose, a une action morbifique, mais n'a qu'une action vaccinante fort douteuse. N'est-ce pas là la démonstration de cette idée, que j'ai déjà défendue devant l'Académie, non seulement de la pluralité des substances bactériennes capables d'exercer une action physiologique sur les animaux, mais de la différence radicale qui existe entre les matières morbifiques et les matières vaccinantes. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur un tremblement de terre à Chang-Haï et les mouvements des boussoles à Zi-Ka-Wei durant ce tremblement de terre.* Note de M. **Chevalier**, présentée par M. Mascart.

« On s'est préoccupé, ces derniers temps, de l'origine des perturbations observées dans les courbes des magnétographes durant certains tremblements de terre. Je signalerai, à ce sujet, un fait qui me paraît de nature à prouver qu'elles sont dues à une tout autre cause qu'à des chocs mécaniques. Le 28 décembre dernier, entre $2^h 15^m$ et $2^h 30^m$ du matin, quelques secousses de tremblement de terre ont été ressenties à Chang-Haï et à Zi-Ka-Wei. Ces secousses furent accompagnées d'un bruit singulier que quelques-uns comparaient au roulement d'un chariot. Ce bruit fut également entendu à Zo-Sè, montagnes isolées au milieu de la plaine et situées à 30^{km}

environ de Chang-Haï. A Koen-Sè, petite ville située à 50^{km} environ à l'ouest-nord-ouest de Chang-Haï, au pied d'une petite montagne qui donne son nom à la ville, la secousse paraît avoir été plus forte. Voici ce que m'écrit à ce sujet le R. P. Paris qui se trouvait alors à Koen-Sè :

» Vers $2^h 30^m$, à ma montre il était $2^h 23^m$ ou $2^h 24^m$, j'ai entendu un bruit sinistre venant de l'est-sud-est; puis un instant après tout dansait dans ma chambre; moi-même j'ai été violemment agité sur mon lit, l'espace de trois ou quatre secondes, puis le repos s'est fait; le bruit a continué encore pendant cinq à six secondes, s'éloignant vers l'ouest-nord-ouest. Ce bruit ressemblait assez à celui d'une mitrailleuse entendue d'un peu loin. Comme j'étais éveillé depuis quelque temps, j'ai pu me rendre parfaitement compte de tout ce qui s'est passé; j'ai même pu analyser mes impressions : au moment de la secousse, non seulement j'ai été secoué sur mon lit, mais même intérieurement j'ai senti dans tous mes membres une agitation assez étrange. Si je ne me trompe, le tout a pu durer une quinzaine de secondes.

» Il y a lieu de se demander si l'agitation étrange, dont parle le Père Paris, doit être attribuée à l'impression que cause facilement un phénomène subit et extraordinaire, ou regardée comme une sorte de commotion électrique.

» Durant cette même nuit du 27 au 28 décembre, nos boussoles ont enregistré une perturbatiou de médiocre intensité. Cette perturbation, sensible surtout à la boussole de l'intensité horizontale, a eu son maximum entre minuit et 2^h du matin.

» A l'heure indiquée comme heure de la secousse, $2^h 30^m$, on voit sur la courbe une légère ondulation de même nature, mais plus faible que les précédentes et n'offrant rien qui ressemble à l'effet d'un ébranlement du pilier. L'absence de toute oscillation de la balance, à ce moment, me paraît indiquer que les secousses ont dû avoir lieu de l'est à l'ouest, perpendiculairement au plan de l'aiguille. Car il ne semble pas possible que cette boussole reste insensible à des secousses qui auraient lieu dans son plan d'oscillation. Au contraire, des secousses ayant lieu dans un plan perpendiculaire au méridien magnétique laisseraient la balance en équilibre et communiqueraient aux deux autres boussoles un léger balancement, surtout dans le plan vertical, plutôt qu'une série d'oscillations. Et ainsi, comme dans le cas présent, aucun mouvement des piliers ne serait accusé par les boussoles. J'ai eu d'ailleurs occasion d'observer qu'une suspension, soit unifilaire, soit bifilaire, par des fils de cocon, n'est propre à enregistrer les faibles mouvements du pilier sur lequel elle repose que dans le cas où

le barreau ainsi suspendu est en contact par lui-même, ou par une tige rigide qui lui soit fixée, avec un objet également rigide posé sur le pilier. Mais, dans ce cas, le barreau devient sensible à des mouvements du pilier incomparablement plus faibles que ceux qui laissent insensible la suspension ordinaire.

» Le dernier tremblement de terre, à Chang-Haï, avait eu lieu en 1879, le 4 avril, à $3^h 36^m$ du matin. La secousse avait été beaucoup plus forte, et avait arrêté net quatre horloges à l'observatoire. Dans cette circonstance, la balance n'avait donné non plus aucun signe d'agitation, mais les deux autres boussoles avaient cessé tout enregistrement pendant dix minutes environ; après quoi, l'enregistrement recommença, mais la ligne, très estompée d'abord, alla en s'affermissant. Or, à 4^h du matin, le R. P. Dechevrens aperçut parfaitement, dans les lunettes destinées aux lectures directes, le balancement non encore amorti des barreaux aimantés; et néanmoins la courbe, à cette heure, est aussi nette qu'à toute autre heure du jour. Le dernier tremblement de terre, ayant été beaucoup moins fort, ne put produire qu'un balancement trop faible pour troubler l'enregistrement. Il y a lieu de noter aussi qu'en 1879, le tremblement de terre ne fut accompagné d'aucune perturbation magnétique. »

M. Em. Sénès adresse un Mémoire intitulé : « Essai d'une nouvelle théorie de la formation des mondes ».

La séance est levée à 4 heures trois quarts. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 17 mars 1890.

Recherches chimiques sur les corps gras d'origine animale; par E. Chevreul, avec un avant-propos de M. A. Arnaud. Paris, Imprimerie nationale, 1889; 1 vol. gr. in-4°.

Courbes représentatives des lois du choc longitudinal et du choc transversal d'une barre prismatique, dressées par feu DE SAINT-VENANT, publiées par M. FLAMANT. Paris, Gauthier-Villars et Fils; br. in-4°. (Présenté par M. Boussinesq.)

Les Cévennes et la région des Causses (Lozère, Aveyron, Hérault, Gard, Ardèche); par E.-A. MARTEL. Paris, Ch. Delagrave, 1890; 1 vol. in-4°.

Recherches anthropologiques sur le squelette quaternaire de Chancelade (Dordogne); par le Dr L. TESTUT. Lyon, Pitrat aîné, 1889; br. gr. in-8°. (Présenté par M. de Quatrefages.)

Bulletin de la Société géologique de France. Troisième série. Tome dix-septième. Feuilles 44-53 (Pl. XVIII-XXVII). Paris, au siège de la Société, 1888-1889; 1 vol. gr. in-8°.

Mémoires de la Société zoologique de France pour l'année 1889. Tome II. Planches I à XV. Paris, au siège de la Société, 1889; 1 vol. gr. in-8°.

Bulletin international de l'Académie des Sciences de Cracovie. Comptes rendus des séances de l'année 1890. Cracovie, Imprimerie de l'Université, 1890; br. in-8°.

Rendiconti del circolo matematico di Palermo. Tomo IV. Anno 1890. Fasc. I et II. Palermo, sede della Società, 1890; br. gr. in-8°.

Communicaçoes da Commissao dos trabalhos geologicos de Portugal. Tomo II. Fasc. I. 1888-1889. Lisboa, Typographia da Academia real das Sciencias, 1889; 1 vol. gr. in-8°.

Report of the meteorological service of the Dominion of Canada; by CHARLES CARPMAEL, for the year ending december 31, 1886. Ottawa. Brown Chamberlin, 1889; 1 vol. gr. in-8°.

Bulletin of the United States national Museum; nos 33 à 37. Washington, Government printing Office, 1889; 5 vol. gr. in-8°.

Iconography of Australian salsolaceous plants; by Baron FERD. VON MUELLER. Melbourne, Robert S. Brain, 1889; 2 br. in-4°.

Vierteljahrschrift der astronomischen Gesellschaft, herausgegeben von den Schriftführern der Gesellschaft, E. SCHŒNFELD und H. SEELIGER. Leipzig, W. Engelmann, 1890; br. in-8°.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 24 MARS 1890.

Statistique sanitaire des villes de France et d'Algérie pour l'année 1888. Paris, Imprimerie nationale, 1889; br. gr. in-8°.

Statistique sanitaire. — Mortalité par maladies épidémiques dans les principales villes de France pendant la première période triennale 1886, 1887 *et* 1888, *d'après les bulletins mensuels fournis par les municipalités.* Melun, Imprimerie nationale, 1889; br. gr. in-8°.

Congrès international de Bibliographie des Sciences mathématiques, tenu à Paris du 16 *au* 19 *juillet* 1889. *Procès-verbal sommaire.* Paris, Imprimerie nationale, 1889; br. gr. in-8°.

Bulletin de la Société d'Anthropologie de Lyon. Tome huitième, n° 3; 1889. Lyon, H. Georg; Paris, G. Masson, 1890; 1 vol. gr. in-8°.

Mémoires de la Société nationale d'Agriculture, Sciences et Arts d'Angers (ancienne Académie d'Angers). Quatrième série. Tome troisième (année 1889). Angers, Lachèse et Dolbeau, 1890; 1 vol. gr. in-8°.

Actes de la Société linnéenne de Bordeaux. Volume XLII. Cinquième série. Tome II. Bordeaux, J. Durand, 1888; 1 vol. gr. in-8°.

Revue de Chimie industrielle et agricole. Tome I, n° 3. Paris, Bernard Tignol, 1890; br. in-4°.

Bulletin de la Société académique d'Agriculture, Belles-Lettres, Sciences et Arts de Poitiers. N° 302. Poitiers, Oudin, 1890; br. in-8°.

Société de Médecine légale de France. Bulletin. Tome XI. Première Partie. Paris, J.-B. Baillière et Fils, 1890; br. gr. in-8°.

Annuaire médical et pharmaceutique de la France du Dr Félix Roubaud et *Almanach général de Médecine et de Pharmacie de l'Union médicale réunis.* 42e année. 1890. Paris, E. Simonnet, 1 vol. in-18.

Almanach-Annuaire de l'Électricité et de l'Électrochimie. Année 1890. France-Belgique-Suisse. Paris, Firmin Leclerc, 1 vol. in-12.

Acta mathematica. Journal rédigé par G. Mittag-Leffler. 14 : 1. Stockholm, F. et G. Beijer, 1890; br. in-4°. (Présenté par M. Hermite.)

Handbuch der Astronomie, ihrer Geschichte und Literatur; von Dr Rudolf Wolf. Zürich, Druck und Verlag von E. Schulthess, 1890; 1 vol. gr. in-8°.

Abhandlungen der mathematisch-physikalischen Classe der königlich bayerischen Academie der Wissenschaften. München, 1889, Verlag der k. Akademie; 1 vol. in-4°.

ERRATA.

(Séance du 17 mars 1890.)

Note de M. *A. Haller*, Sur les camphorates de bornéols α droit et gauche :

Page 582, ligne 15 en remontant, *au lieu de* pouvoir rotatoire magnétique, *lisez* pouvoir rotatoire moléculaire.



N° 12.

TABLE DES ARTICLES. (Séance du 24 mars 1890.)

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE

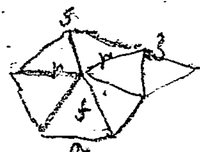
NOMINATIONS.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

CORRESPONDANCE.

N° 12.

SUITE DE LA TABLE DES ARTICLES.



$s+f = a+2$

$a = \frac{1}{2}s$

$\Sigma r = \frac{1}{3}s$

$2\Sigma r = \frac{2}{3}s$

PARIS. — IMPRIMERIE GAUTHIER-VILLARS ET FILS,
Quai des Grands-Augustins, 55.

1890

PREMIER SEMESTRE.

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES
DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

TOME CX.

N° 13 (31 Mars 1890).

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS ET FILS, IMPRIMEURS-LIBRAIRES

DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

Quai des Grands-Augustins, 55.

1890

RÈGLEMENT RELATIF AUX COMPTES RENDUS,

ADOPTÉ DANS LES SÉANCES DES 23 JUIN 1862 ET 24 MAI 1875.

Les *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie* se composent des extraits des travaux de ses Membres et de l'analyse des Mémoires ou Notes présentés par des savants étrangers à l'Académie.

Chaque cahier ou numéro des *Comptes rendus* a 48 pages ou 6 feuilles en moyenne.

26 numéros composent un volume.

Il y a deux volumes par année.

ARTICLE 1er. — *Impression des travaux de l'Académie.*

Les extraits des Mémoires présentés par un Membre ou par un Associé étranger de l'Académie comprennent au plus 6 pages par numéro.

Un Membre de l'Académie ne peut donner aux *Comptes rendus* plus de 50 pages par année.

Les communications verbales ne sont mentionnées dans les *Comptes rendus*, qu'autant qu'une rédaction écrite par leur auteur a été remise, séance tenante, aux Secrétaires.

Les Rapports ordinaires sont soumis à la même limite que les Mémoires; mais ils ne sont pas compris dans les 50 pages accordées à chaque Membre.

Les Rapports et Instructions demandés par le Gouvernement sont imprimés en entier.

Les extraits des Mémoires lus ou communiqués par les correspondants de l'Académie comprennent au plus 4 pages par numéro.

Un Correspondant de l'Académie ne peut donner plus de 32 pages par année.

Dans les *Comptes rendus*, on ne reproduit pas les discussions verbales qui s'élèvent dans le sein de l'Académie; cependant, si les Membres qui y ont pris part désirent qu'il en soit fait mention, ils doivent rédiger, séance tenante, des Notes sommaires, dont ils donnent lecture à l'Académie avant de les remettre au Bureau. L'impression de ces Notes ne préjudicie en rien aux droits qu'ont ces Membres de lire, dans les séances suivantes, des Notes ou Mémoires sur l'objet de leur discussion.

Les Programmes des prix proposés par l'Académie sont imprimés dans les *Comptes rendus*, mais les Rapports relatifs aux prix décernés ne le sont qu'autant que l'Académie l'aura décidé.

Les Notices ou Discours prononcés en séance publique ne font pas partie des *Comptes rendus*.

ARTICLE 2. — *Impression des travaux des Savants étrangers à l'Académie.*

Les Mémoires lus ou présentés par des personnes qui ne sont pas Membres ou Correspondants de l'Académie peuvent être l'objet d'une analyse ou d'un résumé qui ne dépasse pas 3 pages.

Les Membres qui présentent ces Mémoires sont tenus de les réduire au nombre de pages requis. Le Membre qui fait la présentation est toujours nommé; mais les Secrétaires ont le droit de réduire cet Extrait autant qu'ils le jugent convenable, comme ils le font pour les articles ordinaires de la correspondance officielle de l'Académie.

ARTICLE 3.

Le *bon à tirer* de chaque Membre doit être remis à l'imprimerie le mercredi au soir, ou, au plus tard, le jeudi à 10 heures du matin; faute d'être remis à temps, le titre seul du Mémoire est inséré dans le *Compte rendu* actuel, et l'extrait est renvoyé au *Compte rendu* suivant, et mis à la fin du cahier.

ARTICLE 4. — *Planches et tirage à part.*

Les *Comptes rendus* n'ont pas de planches.

Le tirage à part des articles est aux frais des auteurs; il n'y a d'exception que pour les Rapports et les Instructions demandés par le Gouvernement.

ARTICLE 5.

Tous les six mois, la Commission administrative fait un Rapport sur la situation des *Comptes rendus* après l'impression de chaque volume.

Les Secrétaires sont chargés de l'exécution du présent Règlement.

Les Savants étrangers à l'Académie qui désirent faire présenter leurs Mémoires par MM. les Secrétaires perpétuels sont priés de les déposer au Secrétariat au plus tard le Samedi qui précède la séance, avant 5h. Autrement la présentation sera remise à la séance suivante

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 31 MARS 1890,

PRÉSIDENCE DE M. HERMITE.

MEMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président** annonce à l'Académie que, en raison des fêtes de Pâques, la séance de lundi prochain 7 avril sera remise au mardi 8.

GÉOMÉTRIE. — *Note sur un Mémoire présenté, qui contient, avec le texte complet et revu de l'écrit posthume de Descartes :* De solidorum elementis, *la traduction et le commentaire de cet Ouvrage;* par M. **de Jonquières**.

« La présente Note a pour objet de donner à l'Académie quelques brèves explications sur le Mémoire que j'ai l'honneur de lui présenter aujourd'hui. Mes Communications des 10 et 17 février dernier (1), concer-

---

(1) *Comptes rendus,* t. CX, p. 261 et 315.

nant l'écrit posthume de Descartes : *De solidorum elementis*, avaient le but restreint et spécial de prouver que Descartes, dès la première moitié du XVIIe siècle, connaissait et avait énoncé, dans cet écrit, la relation entre les nombres des faces, des sommets et des arêtes d'un polyèdre, qui porte le nom d'Euler (1); mais ce n'était qu'un morceau détaché de l'étude complète que contient le présent Mémoire (2).

» On y trouvera le texte original, puis le texte revu et corrigé de cet écrit, ainsi qu'une traduction accompagnée de notes explicatives : la reproduction exacte du texte, tel qu'il est donné dans le Livre de M. Foucher de Careil, se justifie par le fait que l'édition de cet Ouvrage est épuisée depuis plus de vingt-cinq ans, et que les exemplaires qui en ont été tirés en 1860 sont presque tous hors de France; ce texte, devant me servir de point de départ et de témoignage, devait donc être reproduit sans aucune retouche, mais il importait d'en donner un autre en regard en faisant disparaître les fautes matérielles de copie et, autant que possible, les lacunes qui, les unes et les autres, en rendent la lecture parfois pénible (3); enfin

(1) J'ai enfin retrouvé la *démonstration* d'Euler, dans le Tome IV des *Novi Commentarii Academiæ Scientiarum imperialis petropolitanæ*, pages 141 à 160, après l'avoir vainement cherchée dans tous les autres Volumes de la collection, et dans d'autres encore. Il était difficile de soupçonner qu'elle fût si rapprochée du Mémoire où Euler avouait n'avoir pu trouver cette démonstration, sachant qu'il n'y était parvenu que plus tard (*tandem*, dit-il). Un rapprochement si imprévu tient sans doute à ce que l'Académie de Pétersbourg, disposant à la fois (comme c'est le cas) de nombreux manuscrits d'Euler envoyés en bloc, a choisi, pour les publier ensemble, les deux qui se rapportaient au même sujet, en retardant l'impression du premier. En ce qui concerne le point qui faisait le sujet de mes Communications précitées, j'ignorais, le 10 février, que M. Baltzer, professeur à l'Université de Dresde, s'était servi, en 1861, des arguments *implicites* présentés dans ma Communication de ce même jour, pour prouver la priorité *effective* de Descartes à la découverte de la relation $F+S=A+2$. C'est de M. Gino de Loria que j'ai reçu cet obligeant renseignement, le 19 février. M. Baltzer (qui n'avait d'ailleurs pas remarqué, dans l'écrit posthume, la preuve *explicite* apportée par moi le 17 février) concluait, à peu près dans les mêmes termes que j'ai employés dans ma première Communication, en disant :

« Il n'est donc pas douteux qu'outre les brillantes découvertes qui ont glorifié le nom de Descartes, celle du théorème fondamental de la polyédrométrie lui appartient aussi, et qu'Euler doit désormais en partager l'honneur avec son grand précurseur, le créateur de l'Analyse moderne. » (*Comptes rendus mensuels* de l'Académie de Berlin, p. 1046; 1861.)

(2) Ce Mémoire sera publié dans la collection des *Mémoires de l'Académie des Sciences*.

(3) J'ai déjà expliqué (*Comptes rendus*, p. 263) que ces fautes et lacunes pro-

un Commentaire y est utile, souvent même nécessaire, car les transitions et les démonstrations manquent presque toujours dans ces fragments concis, où l'on ne doit voir que de simples matériaux, soigneusement façonnés d'ailleurs, pour l'érection future d'un édifice ; il est surtout indispensable dans la deuxième Partie, où, sans avertissement préalable et sans explication aucune, Descartes emploie une notation singulière, très propre à dépister le lecteur, tant qu'il n'en a pas trouvé la clef, en ce qu'elle jette sur la rédaction un voile énigmatique fort incommode.

» Cet écrit, bien qu'inachevé (dans la forme), est digne de son auteur. On y voit que Descartes a connu, dans sa jeunesse, et rédigé avec précision tous les principes et les théorèmes de la polyédrométrie élémentaire, tels qu'on les trouve aujourd'hui dans les Traités les plus complets. Il les fait découler d'un théorème fondamental très simple, qui semble lui appartenir comme plusieurs autres, introduisant ainsi dans cette théorie l'unité et l'enchaînement méthodique qui caractérisent le génie de ce géomètre philosophe, à qui l'on doit, en Algèbre, l'immortelle découverte de la règle des signes, et dont l'empreinte est restée gravée sur toutes les matières auxquelles il a touché. Il avait, parmi beaucoup d'autres choses, nettement reconnu la corrélation qui existe entre les *faces* et les *sommets* [ces *éléments secondaires* des polyèdres, comme les a nommés l'un de nos Confrères ([1])], et le rôle prépondérant des *arêtes* qui en forment l'ossature; c'est pourquoi le nombre des angles des faces (double de celui des arêtes) revient si souvent dans les énoncés de ses propositions.

» La formation arithmo-géométrique des nombres figurés *polyédraux* fait le sujet des dernières pages de l'écrit posthume. La théorie en était neuve, car Fermat ne s'était occupé que des nombres tétraédraux, et comme ces sortes de recherches sur les *combinaisons* étaient alors en faveur, Descartes, qui y faisait un pas considérable, devait désirer de s'en assurer la priorité, jusqu'au jour où il se déciderait à publier le Mémoire projeté. Une telle intention peut expliquer pourquoi il y fait usage d'une notation qui trans-

---

viennent surtout de ce que le manuscrit de Descartes, sur lequel Leibnitz a fait la copie, qui seule nous est restée, éprouva un accident à son arrivée à destination, la caisse qui le contenait, avec tous les autres papiers légués par Descartes à Clerselier, étant tombée dans la Seine lors du débarquement, et ayant séjourné trois jours sous l'eau.

([1]) *Recherches sur les polyèdres,* par M. Camille Jordan (*Journal de Crelle-Borchardt,* t. 66).

forme le texte en une véritable énigme [1]. Ces sortes de précautions mystérieuses étaient alors usitées chez les géomètres, comme le prouve l'exemple de Fermat. Les problèmes de cette nature n'offrent plus le même intérêt, mais on n'en appréciera pas moins l'élégance de la solution donnée par notre illustre auteur. Au surplus, elle ne lui fait pas négliger la part que la Géométrie doit revendiquer en propre dans les polyèdres (réguliers et semi-réguliers) dont il s'occupe à cette occasion et, dans un Tableau récapitulatif, il fait connaître, outre les formules des nombres figurés qui s'y rapportent, les modes de dérivation de ces solides, ainsi que les expressions, en fonction de leur arête, des volumes et des longueurs des axes majeurs (diamètres des sphères circonscrites); résultats de laborieux calculs.

» En résumé, si l'écrit posthume, très avancé pour l'époque où il fut composé, ne contient guère au delà de ce qui est aujourd'hui classique, il n'en a pas moins une réelle importance historique, et il fait partie de la gloire de Descartes. A ce titre, il appartient au patrimoine scientifique de la France, dont l'Académie des Sciences est la gardienne qualifiée. Il faut donc savoir gré à M. le comte Foucher de Careil de l'avoir tiré de l'oubli où il était demeuré pendant si longtemps, et d'avoir irréfutablement établi son authenticité, en la fondant, pour une bonne part, sur le témoignage de Leibnitz qui, ayant eu communication, par Clerselier, du manuscrit original (entre l'année 1672 et l'année 1676), l'a copié en entier *de sa main*, léguant à la postérité, à défaut du manuscrit lui-même (qui était malheureusement destiné à disparaître), l'attestation impartiale de son existence et sa teneur exacte, et suppléant ainsi, de son vivant, à une publicité que l'auteur ne lui avait pas donnée, peut-être parce que, absorbé par des questions d'un autre ordre, il n'avait jamais trouvé le temps de revenir à cette production mathématique dont l'importance, comme celle de toutes les autres semblables, n'était, ainsi qu'il l'a écrit lui-même, que secondaire à ses yeux. »

---

(1) Pour en donner une idée, je citerai le passage suivant, qui s'y rencontre au milieu de beaucoup d'autres semblables : ... $84 + 143 + 64$, undè si tollatur numerus radicum 48 ductus per $\frac{1}{2}3 + \frac{1}{2}4$ nempè $243 + 24,4$ fit $89 - 103 - 18,4$ cui si addita 214 propter 21 angulis fit $83 - 103 + 34$ numerus algebricus quæsitus (p. 224, *dernières lignes*).

CHIMIE. — *Sur la condensation de l'oxyde de carbone;* par M. P. SCHUTZENBERGER.

« L'expérience décrite par M. Berthelot dans la dernière séance de l'Académie a donné à notre éminent Secrétaire perpétuel des résultats qui paraissent être en contradiction formelle avec les deux principales conclusions du travail que j'ai eu l'honneur de présenter dans la séance du 17 mars.

» En réalité, il n'en est rien, et il me sera facile, je le crois, sans contester en quoi que ce soit l'exactitude de cette expérience, de faire disparaître et d'expliquer le désaccord apparent, en utilisant les observations variées que j'ai faites et l'expérience que j'ai acquise au cours de mes recherches sur ce point, recherches poursuivies depuis plusieurs années.

» J'insisterai plus particulièrement sur une expérience déjà indiquée dans ma première Note et que j'ai répétée depuis avec le même succès, malgré un surcroît de précautions, et dont le résultat a confirmé les conclusions auxquelles je m'étais arrêté. Cette expérience me paraît d'autant plus probante qu'elle est indépendante de toute erreur d'analyse quelconque. Elle conduit forcément à faire admettre que la condensation de l'oxyde de carbone ne peut s'effectuer sans le concours de l'eau.

» Un tube à effluve ayant du mercure pour armature interne, et pour armature externe une feuille de platine est complètement enveloppé, dans sa partie active, d'un manchon en verre soudé, rempli d'air sec. Il communique par le bas avec un tube rempli de ponce phosphorique; celui-ci est mis en relation par le côté opposé avec un tube semblable contenant dans sa partie moyenne une colonne de fragments de potasse caustique légèrement humidifiée à l'air, emprisonnée entre deux colonnes de ponce phosphorique. Ce dernier tube communique avec le réservoir à oxyde de carbone à capacité variable décrit précédemment.

» Dans ces conditions, il ne peut pénétrer dans le tube à effluve aucune trace d'eau venant du dehors ou apportée par le gaz pendant l'agitation qu'on lui fait subir d'heure en heure par le va-et-vient du réservoir mobile de la pompe à mercure, afin d'éliminer l'acide carbonique. Le courant employé dans mes expériences était fourni par une batterie d'accumulateurs; il accusait 25 à 30 ampères à l'ampèremètre de MM. Deprez et Carpentier, avant son entrée dans la bobine. La bobine était de 40^{cm} de long,

munie d'un trembleur de M. Deprez. Lorsque celle-ci est en activité, l'ampèremètre indique 1,5 à 2 ampères.

» Ces préliminaires posés, voici ce que j'ai constaté d'une façon très nette :

» Pendant la première demi-heure d'effluve, le manomètre de la pompe indique une diminution sensible du volume gazeux, malgré l'échauffement de la partie du tube soumise au flux électrique; mais le phénomène se ralentit très vite et finit par s'arrêter complètement au bout d'une heure environ. A partir de ce moment, j'ai encore laissé marcher l'effluve pendant dix heures consécutives, sans observer la moindre absorption, la moindre condensation. Avec un tube préalablement bien séché par un courant prolongé d'air sec, j'ai pu faire disparaître, dans la première heure, 18^{cc} à 20^{cc} de gaz sur un volume total de 350^{cc}.

» Les 20^{cc} disparus se décomposent ainsi : acide carbonique 5^{cc}, oxyde de carbone condensé à l'état solide 15^{cc}. Le produit solide, pesant $0^{gr},02$ et contenant, d'après mes analyses antérieures, $0^{gr},00012$ d'hydrogène, correspondait à environ 1^{mgr} d'eau.

» Ce milligramme d'eau nécessaire à la condensation de 15^{cc} d'oxyde de carbone se trouvait dans la forteresse; une fois utilisé, le phénomène s'est arrêté. Tout le monde sait qu'il est impossible, à moins de soins tout particuliers, de dessécher complètement une surface de verre. A la fin de l'expérience, l'examen du résidu gazeux prouve qu'il est formé d'oxyde de carbone presque entièrement absorbable par le chlorure cuivreux. Le résultat de cette expérience est complètement d'accord avec ce que j'ai constaté à maintes reprises, à savoir que la condensation de l'oxyde de carbone par l'effluve devenait d'autant plus lente et plus pénible que l'on avait apporté plus de soins à la dessiccation du gaz et des appareils. Si, au contraire, l'eau était étrangère au phénomène, celui-ci serait régulier comme l'est la condensation du gaz acétylène; sa vitesse serait uniquement dépendante de la force de l'effluve, ce qui n'est pas. Ce sont précisément les allures capricieuses de cette expérience qui m'ont conduit à l'examiner de plus près.

» Si maintenant, sans rien changer aux autres conditions du dispositif et de l'expérience, on remplace le tube à effluve, à armatures métalliques et à manchon d'air sec par un autre tube à effluve, à armatures à eau acidulée, on constate également une absorption plus rapide pendant la première demi-heure; mais, au lieu de s'arrêter complètement, la condensation continue à s'effectuer, plus lentement qu'au début, mais avec une

vitesse uniforme, variable d'un tube à l'autre et pour un même tube avec la force de l'effluve.

» Ainsi, avec un courant donnant 20 ampères, j'ai constaté, par heure, une absorption accusée par une différence de niveau de 3^{mm} à 4^{mm} de mercure, tandis que, en employant un courant de 25 à 30 ampères, l'absorption horaire correspondait à 15^{mm} de mercure.

» La ponce phosphorique se mouille manifestement du côté du tube à effluve, tandis qu'elle reste intacte du côté du réservoir.

» Les pesées donnent des résultats semblables à ceux que j'ai déjà publiés, c'est-à-dire qu'elles accusent nettement une introduction de matière dans l'intérieur du système, matière qui est formée d'eau et d'oxygène, et dont le poids s'élève à environ $0^{gr},05$ pour une condensation de 250^{cc} ayant exigé vingt-quatre à quarante-huit heures. En même temps, on constate une disparition d'environ $0^{gr},01$ de carbone.

» Dans son expérience, M. Berthelot n'a fait usage que d'une seule armature à eau acidulée; il s'est, de plus, mis à l'abri de la pénétration de l'eau du dehors en dedans, en enveloppant son tube en V d'un blindage en verre. J'admets assez volontiers que, dans ces conditions, il n'est rien rentré dans l'espace annulaire occupé par le gaz, surtout si l'on n'a pas fait usage d'un courant aussi intense que celui que j'ai employé. La condensation qu'il a constatée correspondait à la première phase de mes expériences signalée plus haut, phase dans laquelle intervient la petite quantité d'eau qui reste forcément adhérente au verre après dessiccation à l'étuve.

» Une proportion aussi faible d'eau, qui suffit, je l'ai montré plus haut, pour amener la condensation de 20^{cc} à 25^{cc} de gaz oxyde de carbone, peut fort bien ne pas révéler sa présence sous forme de buée à la surface du mercure froid, puisqu'elle sera retenue par le verre de l'éprouvette, après la combustion, comme elle l'était au début.

» Je compte publier très prochainement un Mémoire étendu, avec la description détaillée de toutes mes expériences. Le public sera ainsi mis à même de juger, d'apprécier et de contrôler en connaissance de cause.

» D'ici là, je ne reviendrai plus sur cette question. J'ajouterai seulement, pour terminer, que les conclusions tirées de mes expériences sur l'oxyde de carbone sont appuyées par ce qui se passe dans la condensation du cyanogène. Avec des armatures à eau acidulée, le paracyanogène formé peut renfermer 1,5 à 2 pour 100 d'hydrogène, ainsi que 8 à 10 pour 100 d'oxygène. Il se dissout facilement et entièrement à froid dans l'eau ammoniacale. Avec des armatures métalliques entourées d'air sec, on

ne trouve plus que $\frac{1}{1000}$ à $\frac{6}{1000}$ d'hydrogène, et le produit noir condensé ne se dissout plus que très imparfaitement dans l'ammoniaque caustique. »

Observations sur la Communication précédente et sur la dessiccation des gaz; par M. **Berthelot**.

« Le mercure et le verre peuvent être parfaitement desséchés par l'action de la chaleur; dans cet état, ils présentent des propriétés spéciales, par exemple celle de faire détoner par leur simple frottement les mélanges gazeux explosifs, ainsi que nous avons eu l'occasion de l'observer deux fois, M. Ogier et moi ([1]); dans ce même état, le fluorure de bore ou le gaz chlorhydrique ne développent aucune trace de brouillard, si minime qu'elle soit, au milieu de l'air ou des gaz introduits sur le mercure au sein des éprouvettes ou flacons, après avoir été eux-mêmes rigoureusement desséchés soit par l'acide phosphorique anhydre, soit par le contact prolongé de l'acide sulfurique bouilli récemment. C'est aussi cet état de sécheresse absolue que se trouve le verre des supports nécessaires pour les mesures électrométriques et surtout le verre des tubes où l'on amène le vide à un degré tel que l'étincelle électrique cesse de les traverser.

» Mais si le verre ou le mercure ont eu pendant quelque temps le contact de l'air ordinaire, toujours humide, ou si les gaz secs sont amenés au travers de tubes de caoutchouc vulcanisé, substance fort hygrométrique, ou bien encore si ces gaz ont traversé trop rapidement les appareils dessiccateurs, dans ces conditions, gaz, verre et mercure se chargent de traces d'humidité, faciles à déceler, au moyen du fluorure de bore par exemple, lequel permet d'en reconnaître des dix-millièmes de milligramme, au sein de quelques centimètres cubes de gaz ([2]). Tel est l'état ordinaire du mer-

---

([1]) *Annales de Chimie et de Physique*, 5e série, t. XXIII, p. 169.

([2]) On peut contrôler ainsi les épreuves faites par la méthode hygrométrique de condensation sur une surface métallique brillante refroidie, limitant un tube de verre chauffé presque entièrement vers le rouge sombre; je n'ai pas négligé ce contrôle dans l'étude des traces d'eau formées au sein des gaz obtenus par la décomposition pyrogénée des produits condensés de l'oxyde de carbone : il a indiqué également, dans les conditions où j'opérais, une dose d'hydrogène fixé inférieure à un millième et même à un demi-millième du poids de l'oxyde de carbone condensé. Peut-être cette condensation d'ailleurs exige-t-elle toujours la présence d'une trace d'humidité, de même que l'inflammation par l'étincelle d'un mélange d'oxyde de carbone et d'oxygène, dans les expériences de M. Dixon.

cure des grandes cuves et des pompes à mercure, celui du verre des éprouvettes qui n'ont pas été séchées à haute température au moment de leur emploi, celui du verre des récipients des pompes à mercure ouverts à l'air libre, et même celui du verre des récipients intérieurs, pour peu que le mercure y ait été brassé et ramené par les manipulations, depuis les lieux où il se trouve en contact avec l'air extérieur par de larges surfaces. Les longs et larges tubes de caoutchouc traversés par le mercure dans le trajet des pompes à réservoir mobile concourent également à y introduire de l'humidité. Ce ne sont pas là des hypothèses, mais des faits, qu'il est facile de vérifier au moyen du fluorure de bore : chacune de ces circonstances suffit pour introduire des traces de vapeur dans des gaz réputés parfaitement secs. Toutes ces quantités d'humidité sont fort petites, sans doute ; mais elles peuvent s'accumuler, en raison de la grande masse du mercure et de la réitération incessante, pendant plusieurs jours, des refoulements et manœuvres opérées avec la pompe à mercure.

» Une fois les récipients intérieurs des gaz rendus humides, ainsi que les gaz qui ont pu y être amenés, le refoulement en masse de ces gaz dans les tubes à effluve au travers des tubes dessiccateurs est trop brusque, quoi qu'on fasse, pour donner la certitude de l'élimination de la vapeur d'eau qu'ils renferment ; surtout quand il a lieu plusieurs centaines de fois, avec introduction intermittente de gaz supplémentaires.

» Telles sont les raisons qui me semblent laisser subsister quelque doute, non sur les faits observés par notre Confrère, mais sur l'origine réelle de l'eau dont il a constaté la présence. J'ajouterai encore que les décharges opérées par l'intermédiaire d'une masse de mercure, extérieure ou intérieure au tube à effluve, n'ont pas exactement le même caractère que celles qui ont lieu par l'intermédiaire d'un liquide acidulé, dont la conductibilité est incomparablement moindre et d'un ordre tout différent.

» Je prie l'Académie et mon Confrère et ami d'excuser ces doutes. Il ne conviendrait pas de contester *a priori* la possibilité de rencontrer certains verres d'une porosité exceptionnelle, ou susceptibles d'être désagrégés peu à peu par l'électricité ; mais, en fait, je ne crois pas la chose prouvée pour le verre employé dans les expériences courantes : la question de la pénétrabilité du verre ordinaire par l'eau touche à toutes sortes de problèmes expérimentaux en Physique et en Chimie, et je serais aussi heureux que lui de le voir en obtenir une démonstration complète. »

PHYSIOLOGIE GÉNÉRALE. — *Méthode nouvelle pour étudier au microscope les éléments et les tissus des animaux à sang chaud à leur température physiologique;* par M. **L. Ranvier**.

« Les appareils, connus sous le nom de *platines chauffantes*, dont on fait usage pour observer au microscope les éléments anatomiques des animaux à sang chaud, à l'état vivant, sont d'un maniement difficile ou ne donnent que des résultats approximatifs. Je n'en ferai ici ni la description ni la critique, me proposant seulement d'attirer l'attention sur une méthode beaucoup plus simple, d'une application facile, et qui n'exige aucun de ces instruments spéciaux dont le prix est nécessairement élevé. *Cette méthode consiste à plonger le microscope et la préparation à examiner dans un bain d'eau chaude* (36° C. à 39° C.).

» Tel est le principe; mais, pour réaliser l'expérience et obtenir une réussite complète, on devra se placer dans certaines conditions qui m'ont été révélées par la pratique et que je vais indiquer maintenant.

» Le microscope que l'on destine à ces expériences doit être d'un modèle simple, par exemple celui que construisent les opticiens de Paris pour choisir la graine des vers à soie par le procédé Pasteur.

» L'examen devant être fait dans l'eau, il faut employer un objectif à immersion, avec ou sans correction.

» La préparation à étudier est soigneusement bordée à la paraffine, afin que l'eau dans laquelle on la placera ne puisse y pénétrer.

» On l'examine d'abord et l'on choisit le point intéressant, comme dans une observation microscopique ordinaire. Seulement il faut avoir pris soin de chauffer l'objectif à 40°, à peu près, dans une atmosphère sèche. Sans cette précaution, on serait exposé par la suite à voir l'image envahie par un brouillard, plus ou moins épais, résultant de la formation d'une buée à la surface cachée des lentilles.

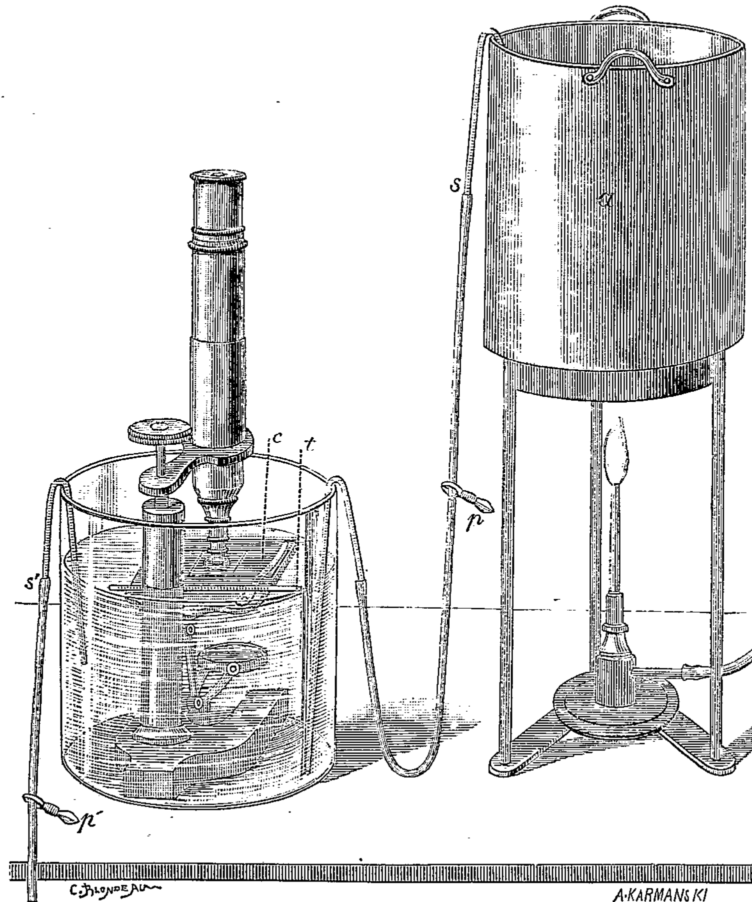
» Si cet accident se produisait dans les observations ultérieures, il faudrait démonter l'objectif, faire sécher et remettre le tout en place. Il faut autant que possible éviter cette manœuvre, qui est fastidieuse et délicate. C'est pour cela que je conseille de chauffer l'objectif.

» A côté du microscope, sur la table de travail, on place un baquet de verre à fond plat, ayant à peu près $0^{m},12$ de hauteur et $0^{m},14$ de diamètre. On y verse de l'eau distillée préalablement bouillie et dont on a porté la

température à 40°, puis on y plonge le microscope, la préparation étant maintenue au moyen des valets.

» Il faut que la quantité d'eau soit telle que son niveau s'élève seulement de 0^{cm}, 5 à 1^{cm} au-dessus de la platine.

» Un thermomètre est placé à côté de la préparation. La température de l'eau s'est abaissée de 2° ou 3°, parce que les parois du baquet de



Appareil pour chauffer les préparations histologiques. Le microscope est placé dans un baquet de verre contenant de l'eau; *a*, vase en métal dans lequel on chauffe de l'eau distillée; *s* et *s'*, siphons; *p* et *p'*, pinces à pression; *c*, préparation dans un porte-objet, chambre humide; *t*, thermomètre.

verre et la masse métallique du microscope ont pris une certaine quantité de chaleur, qui variera évidemment suivant leur masse et leur température initiale. La préparation histologique et le thermomètre étant dans les mêmes conditions, on devra considérer comme exactes les indications de celui-ci,

si toutefois il a été bien réglé. La température de 37° à 38°, celle que l'on constate lorsque l'équilibre est établi, convient aux éléments vivants. Elle se maintient assez longtemps pour qu'il soit possible de faire ainsi de bonnes expériences. Mais, si l'observation doit être poursuivie au delà de huit à dix minutes, il est nécessaire d'ajouter de l'eau chaude et en même temps de conserver le même niveau à l'eau dans laquelle le microscope est plongé.

» Cela peut se faire de différentes manières, par exemple au moyen de deux siphons, l'un amenant de l'eau chaude, l'autre réglant le niveau (*voir* la figure ci-jointe).

» Un autre procédé consiste à placer le baquet contenant le microscope dans un second baquet plus large et moins haut, le premier étant choisi d'une dimension telle que le trop-plein se perde par son bord.

» Il me reste à dire pourquoi, dans cette expérience, il faut employer de l'eau distillée préalablement bouillie. L'eau de fontaine chauffée à la température de 36° à 39° abandonne un dépôt calcaire sur le microscope et sur la lentille finale de l'objectif; c'est là un accident qui ne saurait se produire avec de l'eau distillée.

» Si celle-ci a été pendant quelques jours au contact de l'air atmosphérique, elle contient, comme l'eau ordinaire, des gaz qui se dégagent sous forme de bulles, lorsque l'on élève sa température. Ces bulles se forment sur le miroir qui éclaire la préparation et souvent entre la lentille finale de l'objectif et la lamelle couvre-objet. Dans ce dernier cas, l'image devient confuse; pour lui rendre sa netteté, il faut chasser l'air au moyen d'un pinceau.

» Il y a un mois à peine que j'ai imaginé cette méthode pour chauffer et maintenir à une température déterminée les préparations histologiques, et cependant j'ai déjà fait, par son moyen, plus d'observations que je n'en avais fait depuis vingt ans avec les anciens appareils. De plus, j'ai pu, sans difficulté, montrer successivement à un certain nombre de personnes, notamment à celles qui suivent mes leçons, des faits dont je n'aurais pu les rendre témoins, en utilisant des appareils dont on faisait usage antérieurement. Parmi ces faits, il y en a qui présentent l'intérêt de la nouveauté, par exemple la division des cellules lymphatiques chez les Mammifères.

» Je me réserve de revenir sur ces observations, de les compléter et de les étendre. Pourtant je veux, dès aujourd'hui, communiquer un fait de biologie générale qui me paraît avoir une certaine portée.

» On sait que chez un Mammifère mort depuis vingt-quatre heures,

c'est-à-dire chez lequel la respiration, la circulation et l'innervation sont abolies, les tissus ne présentent plus de réactions physiologiques; néanmoins, des éléments anatomiques, séparés de l'animal avant la mort et conservés dans certaines conditions, sont encore vivants au bout de vingt-quatre heures. J'ai pu démontrer cette proposition paradoxale par l'expérience suivante :

» Chez un lapin que l'on venait de décapiter, j'ai recueilli, au moyen d'une pipette stérilisée par le flambage, une goutte de lymphe péritonéale que j'ai placée dans un porte-objet, chambre humide, également stérilisé. J'ai fermé la préparation au moyen d'une bordure de paraffine et je l'ai conservée dans le laboratoire à la température ambiante (10° à 15° environ). Vingt-quatre heures après, l'ayant portée à la température de 38°, dans le *bain chaud,* j'ai vu un grand nombre de cellules lymphatiques émettre des prolongements amiboïdes, à l'aide desquels elles se sont déplacées.

» Avant d'être élevées à la température nécessaire à la manifestation de leurs réactions vitales, ces cellules étaient sphériques et immobiles. Elles étaient donc dans un état de vie latente, une sorte d'hibernation, depuis vingt-quatre heures, lorsque la chaleur est venue les réveiller. »

CHIRURGIE. — *Difformités des pieds et des orteils consécutives à certaines phlébites des membres inférieurs. — Pieds bots phlébitiques;* par M. **Verneuil.**

« La phlébite peut frapper tous les points du système veineux, mais elle atteint surtout les veines de la moitié sous-ombilicale du corps et en particulier celles des membres inférieurs.

» Elle a pour causes ordinaires : les plaies de ces membres, les fractures, les varices et deux lésions utérines fréquentes, l'accouchement et les néoplasmes malins, l'épithélioma par exemple. Dans ces deux derniers cas, la phlébite est généralement désignée sous le nom de *phlegmatia alba dolens.*

» Les veines de la moitié inférieure du corps sont superficielles ou profondes; les unes sont cachées dans la cavité du bassin, tandis que les autres sont logées dans l'interstice des muscles de la cuisse ou de la jambe (*veines inter-musculaires*) ou rampent dans l'épaisseur des mêmes muscles (*veines intra-musculaires*).

» La phlébite n'atteint presque jamais la totalité de ces veines, et surtout ne les envahit pas simultanément; de coutume, elle occupe d'abord

des régions, des segments plus ou moins étendus et circonscrits dans le bassin, la cuisse ou la jambe, à la superficie ou dans la profondeur; mais il arrive souvent que, de son point de départ, elle s'étend de haut en bas ou de bas en haut, des veines sous-cutanées aux veines inter- ou intra-musculaires, du côté droit au côté gauche, et réciproquement. Dans la *phlegmatia alba dolens*, qui le plus souvent est bilatérale, il faut parfois plusieurs semaines pour que l'envahissement soit à peu près complet.

» Les conséquences prochaines ou éloignées de la phlébite des membres inférieurs sont bien connues. On a noté des accidents généraux infectieux; des accidents locaux : œdème, suppuration, douleurs violentes, arthrites, varices; des accidents à distance causés par le déplacement des caillots (*embolies*). Mais il restait à décrire une complication tardive dont je n'ai trouvé traces ni dans mes lectures, ni dans les entretiens que j'ai eus avec mes collègues chirurgiens et accoucheurs. Seul, un de mes élèves les plus distingués et les plus instruits, M. le Dr Kirmisson, qui s'occupe avec grand succès d'orthopédie, a vu et traité même un cas de l'affection en question sans avoir songé à le publier.

» Il s'agit de difformités des pieds et des orteils qu'on peut rapporter à deux formes du pied bot : l'équin et le varus équin, avec ce caractère particulier que les orteils qui, dans les variétés congénitales, sont peu déviés, mobiles et généralement en extension forcée, sont ici rigides, immobiles, fléchis plus ou moins et parfois en forme de griffes; ce qui permet de reconnaître que les agents de la déviation du pied sont surtout les muscles de la couche profonde de la jambe : fléchisseur propre du gros orteil, fléchisseur commun des orteils et jambier postérieur, plutôt que le triceps sural qui joue le rôle principal dans la production de l'équin et du varus équin vulgaires.

» Cette affection, à en juger par le silence des auteurs, serait rare, et j'aurais été favorisé en en rencontrant, dans moins de trois ans, trois exemples, auxquels il faut joindre le quatrième, observé par M. Kirmisson. En tout cas, sa rareté est peu en rapport avec la fréquence bien connue des phlébites traumatique, variqueuse et d'origine utérine, ce qui indique clairement que certaines variétés de ces phlébites sont seules capables de la produire. Voici, aussi concis que possible, le résumé des faits venus à ma connaissance [1] :

---

[1] Ces observations seront rapportées *in extenso* dans une thèse de Doctorat en voie de formation.

» *Observation I.* — Femme adulte. Phlébite variqueuse partant d'un membre et envahissant l'autre au bout d'un certain temps. Douleurs excessives; accidents généraux très graves; albuminurie; arthrites aiguës fémoro-tibiales et tibio-tarsiennes; extension permanente et forcée des pieds; flexion des orteils et surtout du premier; lésions plus marquées à gauche qu'à droite. L'affection, qui a commencé à la fin de 1887, n'est point encore guérie, et, bien que la santé soit tout à fait rétablie, la marche est encore tout à fait impossible.

» *Observation II.* — Jeune femme primipare. *Phlegmatia alba dolens* double, débutant quinze jours après l'accouchement et envahissant successivement les deux membres. Un double varus équin se produit en moins de trois semaines sous nos yeux, en raison de l'insuffisance forcée du traitement préventif. Aujourd'hui en voie de guérison, quatre mois après le début du mal.

» *Observation III.* — Homme adulte. Plaie de la cuisse. Ligature de la fémorale commune; phlébite de la veine satellite s'étendant à tout le membre; extension forcée du pied et flexion modérée des orteils, avec rigidité absolue. Affection unilatérale.

» *Observation IV.* — Femme adulte. *Phlegmatia alba dolens* double, suite de couches. Pieds bots équins. Section du tendon d'Achille en bas, d'un an (Kirmisson).

» J'ai déjà dit que toutes les phlébites ne donnaient pas naissance aux difformités en question; d'autre part, j'ai montré que la déviation des pieds et des orteils provenait de la contracture des muscles de la couche profonde de la région postérieure de la jambe. Reste à indiquer comment l'inflammation des veines peut agir sur les muscles susdits. Or voici, suivant moi, comment les choses se passent : tant que les veines superficielles et profondes inter-musculaires sont seules enflammées, les muscles, isolés par des plans aponévrotiques ou une couche plus ou moins épaisse de tissu conjonctif, restent étrangers au processus morbide; mais les vaisseaux intra-musculaires sont-ils pris qu'aussitôt la fibre rouge, en contact immédiat avec eux (car aucune barrière protectrice ne les sépare), s'enflamme à son tour et entre en fonction pathologique; en d'autres termes, la phlébite amène la périphlébite, laquelle, agissant sur le seul tissu voisin, amène nécessairement la myosite, qui produit fatalement à son tour la contracture, puis la rétraction et les déviations et difformités conséquentes (1).

(1) Les rapports tout aussi intimes des veines profondes avec les nerfs qui les en-

» Pour qui connaît la disposition des veines intra-musculaires de la région postérieure de la jambe chez les variqueux et autres sujets dont la circulation veineuse du membre inférieur est entravée accepteront sans peine cette pathogénie des pieds bots phlébitiques, à laquelle, j'en conviens, manque pourtant encore la consécration des autopsies.

» Si je reviens sur le terrain clinique, je constate que le pronostic est assez sérieux en ce qui touche le rétablissement des fonctions du membre. En effet, la malade atteinte de phlébite variqueuse à la fin de 1887 ne marche pas encore, et ceux qui sont actuellement dans mon service depuis trois ou quatre mois sont à peine en voie de guérison. Il est donc bien important de signaler une affection aussi rebelle, ne fût-ce que pour savoir si, averti à temps, le praticien n'en pourrait pas instituer au moins la prophylaxie, c'est-à-dire s'opposer dès le début à la production de la difformité.

» Le traitement curatif comprend la rectification des attitudes vicieuses par les appareils à action rapide ou progressive, les frictions, le massage, l'électrisation des muscles antagonistes et enfin la ténotomie qui, une fois déjà, a été appliquée avec succès par M. Kirmisson.

» Une malade de mon service est actuellement traitée par une série d'appareils plâtrés, à l'aide desquels on redresse progressivement le double pied bot varus équin. Le massage, chez deux autres, nous donne de bons résultats, appliqué qu'il est avec beaucoup de prudence.

» J'ajouterai en terminant que, si les indications thérapeutiques sont faciles à poser, elles sont beaucoup moins aisées à mettre en pratique; car les douleurs excessives de la phlébite et des arthrites concomitantes rendent les actions mécaniques plus ou moins longtemps intolérables, et le danger des embolies interdit pendant longtemps aussi les manœuvres pouvant atteindre plus ou moins directement les veines remplies de caillots sanguins. »

---

tourent expliquent de même une autre complication de la phlébite, si commune qu'elle peut passer pour un symptôme, je veux parler des douleurs parfois si intenses.

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination de Commissions de prix, chargées de juger les Concours de l'année 1890.

Le dépouillement du scrutin donne les résultats suivants :

Prix Desmazières. — MM. Duchartre, Van Tieghem, Bornet, Trécul, Chatin réunissent la majorité des suffrages. Les membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. de Lacaze-Duthiers et Duclaux.

Prix Thore. — MM. Duchartre, Bornet, Van Tieghem, Blanchard, Trécul réunissent la majorité des suffrages. Les membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. A. Milne-Edwards et Chatin.

Prix Bordin (Étude comparative de l'appareil auditif chez les animaux à sang chaud, Mammifères et Oiseaux). — MM. de Quatrefages, de Lacaze-Duthiers, A. Milne-Edwards, Blanchard, Ranvier réunissent la majorité des suffrages. Les membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Sappey et Grandidier.

Prix Savigny, fondé par Mlle Letellier. — MM. A. Milne-Edwards, de Quatrefages, Blanchard, de Lacaze-Duthiers, Grandidier réunissent la majorité des suffrages. Les membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Ranvier et Sappey.

Prix Serres. — MM. Ranvier, A. Milne-Edwards, de Quatrefages, Blanchard, de Lacaze-Duthiers réunissent la majorité des suffrages. Les membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Sappey et Bouchard.

CORRESPONDANCE.

M. le SECRÉTAIRE PERPÉTUEL signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

Un Rapport de M. *G.-G. Arnaudon* « Sur le Musée merciologique de Turin et sur quelques écoles dues à l'initiative privée ».

M. **Bouquet de la Grye** fait hommage à l'Académie, pour la Bibliothèque de l'Institut, des Cartes publiées pendant le mois de mars 1890 par le Service hydrographique de la Marine.

4337. De Ben-Ghazi au cap Chersonésos (Tripolitaine).
4344. Ports de Gjedser et de Nysted (Ile de Laaland-Baltique).
4356. De la pointe des Originaux au Pilier (Rivière Saint-Laurent).
4367. Iles Solitaires et côtes adjacentes (Australie).
4370. Baie Trial. Mouillage de Sugarloaf, etc. (Australie).
4374. Port Levuka (Ile Ovalau, Iles Fidji, océan Pacifique).
4375. D'Anticosti à la pointe des Monts (Rivière Saint-Laurent).
4385. Loch Eribolt. Port de Wick (Côte nord d'Écosse).

ASTRONOMIE. — *Observations de la nouvelle comète Brooks (a 1890), faites à l'observatoire de Paris (équatorial de la tour de l'Ouest)*; par M. G. Bigourdan. Communiquées par M. Mouchez.

Dates 1890.	Étoiles de comparaison.	Gr.	✶ — ⋆ Æ.	✶ — ⋆ Décl.	Nombre de comp.
			m s	′ ″	
Mars 28 ...	*a* 190 Weisse$_1$ 21^h	9	−0. 7,40	+7.11,3	12:12
30 ...	*b* 41297 Lalande	7,5	+0.16,57	+0.30,7	12:12

Positions des étoiles de comparaison.

Dates 1890.	Étoiles.	Asc. droite moy. 1890,0.	Réduction au jour.	Déclinaison moy. 1890,0.	Réduction au jour.	Autorités.
		h m s	s	° ′ ″	″	
Mars 28......	*a*	21.10.52,89	−1,11	+9.12.12,0	−12,5	Weisse$_1$
30......	*b*	21.10.41,89	−1,06	+10.13.42,8	−12,7	2 obs. mérid. Paris

Positions apparentes de la comète.

Dates 1890.	Temps moyen de Paris.	Asc. droite apparente.	Log. fact. parall.	Déclinaison apparente.	Log. fact. parall.
	h m s	h m s		° ′ ″	
Mars 28	16.14.33	21.10.44,38	$\bar{1}$,562$_n$	+ 9.19.10,8	0,791
30	16. 6.13	21.10.57,40	$\bar{1}$,563$_n$	+10.14. 0,8	0,788

» *Remarques.* — 1890 mars 28. La comète est une nébulosité ronde, de 40″ à 50″ de diamètre, avec condensation centrale assez prononcée, mais non stellaire. L'éclat de la comète est à peu près comparable à celui d'une étoile de 10e grandeur. L'aurore fait disparaître sa partie centrale en même temps que les étoiles de 11e grandeur. »

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète Brooks (21 mars 1890), faites au grand équatorial de l'observatoire de Bordeaux;* par MM. G. Rayet et L. Picart.

Comète Brooks (21 mars 1890).

Dates. 1890.	Temps moyen de Bordeaux.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parall.	Distance polaire apparente.	Log. fact. parall.	Étoile de compar.	Observ.
	h m s	h m s		° ′ ″			
Mars 27....	15.47.54,8	21.10.36,71	$-\bar{1},618$	81. 8. 9,8	−0,774	*a*	G. Rayet.
28....	15.48.20,9	21.10.44,61	$-\bar{1},615$	80.41.15,7	−0,770	*b*	L. Picart.

Position moyenne des étoiles de comparaison pour 1890,0.

⋆.		Autorités.	Ascension droite moyenne	Réduction au jour.	Distance polaire moyenne	Réduction au jour.
			h m s	s	° ′ ″	″
a.	$\frac{1}{4}$	Weisse$_1$ H. XXI. 271 + Schjellerup 8621 + Glasgow 5420 + Armagh$_2$ 2809.	21.14.16,60	−1,14	80.56.17,6	+12,47
b.	$\frac{1}{3}$	Weisse$_1$ H. XXI. 329 + Schjellerup 8642 + Glasgow 5437.	21.16.19,99	−1,14	80.44.27,3	+12,51

» La comète est ronde avec noyau; elle est facile à observer, même dans le crépuscule. »

ASTRONOMIE. — *Observations et éléments de la nouvelle planète* (289), *découverte à l'observatoire de Nice, le 10 mars 1890*. Note de M. Charlois, présentée par M. Faye.

Dates 1890.	Temps moyen de Nice.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parall.	Dist. pol. apparente.	Log. fact. parall.
	h m s	h m s		° ′ ″	
Mars 10..........	8.48.29	9.41.20,53	$\bar{1},262_n$	81. 6.42,6	$0,714_n$
12..........	8.45.38	9.40.10,18	$\bar{1},236_n$	80.56.20,9	$0,710_n$
20..........	10.39.29	9.36. 8,45	$\bar{1},032$	80.17.37,6	$0,699_n$
27..........	8.55,50	9.33.40,77	$\bar{2},511_n$	79.49.19,6	$0,691_n$

» *Remarque.* — L'éclat de la planète est comparable à celui d'une étoile de grandeur 13,5.

» Des observations précédentes 1890 mars 12, 20 et 27, nous avons déduit les éléments ci-après :

Époque : 1890 mars 20,5. Temps moyen de Paris.

M...........	95°. 1.14,6	
π...........	21. 3.18,8	Équinoxe moyen 1890,0.
☊...........	180.11. 2,3	
i...........	7.11.27,1	
φ...........	21.14.32,2	
log$a$.........	0,473644	
μ...........	691″,100	

Éphéméride pour minuit de Paris.

(*Positions moyennes* 1890,0.)

Dates 1890.	α.	δ.	log Δ.	log r.
Avril 10.......	9.31,38	+10.52,8	0,45548	0,54076
12.......	31,40	57,0		
14.......	31,46	11. 0,8	0,46483	0,54213
16.......	31,57	4,2		
18.......	32,13	7,1	0,47422	0,54348
20.......	32,33	9,6		
22.......	9.32,57	+11.11,7	0,48366	0,54481

ASTRONOMIE. — *Sur la position de la tache solaire du 4 mars.* Note de M. **Spœrer**, présentée par M. H. Faye.

« Dans les *Comptes rendus*, n° 10, page 513, est annoncée l'apparition sur le Soleil, le 4 mars, d'une tache nucléaire par la latitude héliocentrique de + 65°. Il doit y avoir quelque erreur sur cette latitude; elle n'était que de 33°.

» La tache vue le 4 mars a été observée aussi les jours suivants, mais ce n'était pas la première qui ait apparu par les hautes latitudes pendant le minimum actuel. J'ai fait voir déjà, dans le n° 2936 des *Astronomische Nachrichten,* que des taches se sont montrées par les hautes latitudes dès le milieu de l'année 1889.

» Quant à la tache du 4 mars, elle a suivi, de la manière la plus satisfaisante, les lois de la rotation du Soleil. Mais, le 10 mars, elle était déjà complètement segmentée. Le 13, elle était remplacée par une série de pe-

tites taches entre les latitudes de 31°30′ et de 33°45′. Le 15 mars, il n'y avait plus qu'une rangée de facules sans taches, depuis 31° jusqu'à 36° de latitude. »

MÉCANIQUE. — *Sur la Statique graphique des arcs élastiques.* Note de M. **Bertrand de Fontviolant**, présentée par M. Maurice Lévy.

« Dans son beau Traité de Statique graphique, M. Maurice Lévy a donné une théorie des arcs élastiques fondée sur des théorèmes qui peuvent, à volonté, être développés analytiquement ou graphiquement.

» Ces théorèmes reposent sur une hypothèse qui consiste à négliger les déformations de l'ordre de la tension longitudinale et de l'effort tranchant devant celles généralement beaucoup plus importantes dues au moment fléchissant.

» L'approximation qui résulte de cette hypothèse est d'ordinaire suffisante en pratique. Cependant il est des cas, notamment lorsqu'il s'agit d'arcs surbaissés, où les déformations dues à la tension longitudinale ont une importance telle qu'il est nécessaire d'en tenir compte dans les calculs et dans les épures. Aussi, avons-nous pensé qu'il y avait intérêt, au double point de vue de la théorie et des applications, à rechercher si l'on ne pourrait, par des modifications simples, introduire dans les théorèmes dont il s'agit les quantités actuellement négligées, tout en conservant à ces théorèmes leur forme d'ensemble qui se prête si bien aux développements graphiques.

» Dans le Mémoire dont cette Note donne l'analyse sommaire, nous établissons deux règles qui constituent la solution générale et complète de cette question : la première est relative à l'introduction de la tension longitudinale seule; la seconde, à l'introduction simultanée de la tension longitudinale et de l'effort tranchant.

Première règle. — Soient E le coefficient d'élasticité constant ou variable de la matière dont est formé l'arc considéré, D le centre de gravité d'une section arbitrairement choisie, I le moment d'inertie et r le rayon de giration de cette section autour d'un axe mené par D perpendiculairement au plan de la fibre moyenne, M le moment fléchissant en cette même section.

» Posons

$$I' = 2I;$$

puis convenons d'appeler :

» 1° *Points conjugués* relatifs à la section considérée, les deux points H″ et H‴ obtenus en portant sur la normale en D à la fibre moyenne, au-dessus et au-dessous de D, deux longueurs $DH'' = DH''' = r$;

» 2° *Moments conjugués* relatifs à la section D, les sommes des moments par rapport aux points H″ et H‴, des forces extérieures appliquées à droite (ou à gauche) de cette section, sommes que nous représenterons par $\mathfrak{M}'$;

» 3° *Lignes conjuguées*, les deux lieux formés par les points conjugués relatifs aux différentes sections de l'arc. Ces lignes et la fibre moyenne se correspondent point par point; nous désignerons par $d\sigma'$ l'élément de courbe qui, sur l'une ou l'autre ligne conjuguée, correspond à un élément ds de la fibre moyenne.

» Les propositions fondamentales sur lesquelles M. Maurice Lévy fait reposer la théorie des arcs portent, comme on le sait, sur certaines propriétés dont jouissent des forces fictives parallèles, d'intensité $\frac{M\,ds}{EI}$, appliquées aux divers éléments ds de la fibre moyenne de ces arcs.

» En remplaçant le moment fléchissant et la tension longitudinale en fonction des moments conjugués, soit dans les expressions classiques des déformations élastiques, soit dans celles que nous avons données dans un précédent Mémoire [1], on obtient de nouvelles formules générales qui conduisent immédiatement à la règle suivante :

» *Pour introduire les déformations de l'ordre de la tension longitudinale dans les théorèmes de la Statique graphique qui négligent ces quantités, il suffit d'y remplacer les forces fictives parallèles* $\frac{M\,ds}{EI}$, *appliquées aux divers éléments ds de la fibre moyenne, par des forces fictives* $\frac{\mathfrak{M}'\,ds}{EI'}$, *parallèles aux premières et appliquées aux divers éléments* $d\sigma'$ *des deux lignes conjuguées.*

» Seconde règle. — Toutes les notations autres que les suivantes restant celles précédemment indiquées, désignons par λ le rapport du coefficient d'élasticité longitudinale au coefficient d'élasticité transversale de la matière constituant l'arc, et posons

$$I' = 3I.$$

» Convenons maintenant d'appeler :

» 1° *Points conjugués* relatifs à une section de centre de gravité D, les

(1) *Sur les déformations élastiques dans les pièces à fibres moyennes* (*Comptes rendus*, t. CVII, p. 383).

trois points H″, H‴, H^{IV}, dont les coordonnées, rapportées à la tangente en D à la fibre moyenne comme axe des x et à la normale comme axe des y, sont les suivantes

$$x'' = + \frac{r\sqrt{2\lambda}}{2}, \qquad x''' = + \frac{r\sqrt{2\lambda}}{2}, \qquad x^{\text{IV}} = - r\sqrt{2\lambda},$$
$$y'' = - \frac{r\sqrt{6}}{2}, \qquad y''' = + \frac{r\sqrt{6}}{2}, \qquad y^{\text{IV}} = 0;$$

» 2° *Moments conjugués* relatifs à la section D, les sommes des moments rapportés aux trois points H″, H‴, H^{IV}, des forces extérieures appliquées à droite (ou à gauche) de cette section; nous représenterons ces sommes par $\mathfrak{M}'$;

» 3° *Lignes conjuguées*, les trois lieux formés par les points conjugués relatifs aux différentes sections de l'arc. Ces lignes et la fibre moyenne se correspondent point par point; nous désignerons par $d\sigma'$ l'élément d'arc qui, sur l'une quelconque des trois lignes conjuguées, correspond à un élément ds de la fibre moyenne.

» Cela posé, par une analyse fondée sur une substitution analogue à celle indiquée plus haut, nous avons établi de nouvelles formules générales, dont la règle suivante est une conséquence immédiate :

» *Pour introduire les déformations de l'ordre de la tension longitudinale et de l'effort tranchant dans les théorèmes de la Statique graphique qui négligent ces quantités, il suffit d'y remplacer les forces fictives parallèles* $\frac{M\,ds}{EI}$, *appliquées aux divers éléments* ds *de la fibre moyenne, par des forces fictives* $\frac{\mathfrak{M}'\,ds}{EI'}$, *parallèles aux premières et appliquées aux divers éléments* $d\sigma'$ *des trois lignes conjuguées.*

» Applications et conséquences. — Les deux règles que nous venons d'énoncer généralisent les théorèmes relatifs aux arcs élastiques, sans en changer la forme d'ensemble; il en résulte que le développement analytique ou graphique des théorèmes généralisés est entièrement analogue à celui des théorèmes primitifs.

» Notre Mémoire contient les principales applications et conséquences de ces règles : outre la généralisation des beaux théorèmes de M. Maurice Lévy sur la ligne de poussée des arcs de différents types, nous croyons devoir signaler ici la généralisation des théorèmes que nous avons établis

dans un précédent Mémoire ([1]) en ce qui concerne la construction des déformations élastiques des pièces courbes et la détermination des diverses lignes d'influence des arcs encastrés aux deux extrémités. »

ÉLECTRICITÉ. — *Recherches théoriques et expérimentales sur la bobine de Ruhmkorff.* Note de M. R. COLLEY, présentée par M. A. Cornu.

« Le mouvement de l'électricité dans deux circuits, inducteur et induit, tel qu'il a lieu dans les bobines d'induction, peut être formulé par un système d'équations différentielles simultanées; par des procédés ordinaires d'élimination, elles se réduisent à une seule équation linéaire à coefficients constants, du quatrième ordre pour un circuit induit ouvert, du troisième pour un circuit fermé. La solution de cette équation ne présente, en principe, aucune difficulté, mais elle apparaît sous une forme très compliquée, qui rend difficile son interprétation physique.

» Le problème se simplifie singulièrement si l'on néglige comme première approximation la réaction du circuit induit sur le circuit inducteur. En effet, la force électromotrice, par laquelle se traduit cette réaction, est de la forme $M\frac{dI}{dt}$, M étant le coefficient d'induction mutuelle des deux circuits, I l'intensité du courant induit. L'induction propre du circuit secondaire, généralement très grande à cause du grand nombre de spires, s'oppose aux variations brusques du courant I; la dérivée $\frac{dI}{dt}$ n'atteint donc jamais de grandes valeurs, quelle que soit l'intensité absolue du courant; mais, vu la grande résistance du circuit induit quand il est fermé, cette intensité est généralement faible, malgré la force électromotrice considérable qui la produit. A plus forte raison, quand le circuit est ouvert, I ne peut atteindre que des valeurs très petites, car dans ce cas le courant ne produit que des charges statiques sur les couches extrêmes et sur les bornes de la bobine. Dans les expériences décrites plus loin, des bobines supplémentaires à fil gros et court étaient en outre introduites dans le circuit inducteur, de sorte que la réaction du circuit secondaire ne s'exerçait

---

([1]) *Comptes rendus*, t. CVIII, *Sur la détermination des forces élastiques et de leurs lignes d'influence dans les poutres pleines et réticulaires assujetties à des conditions surabondantes.*

que sur une partie du circuit primaire, c'est-à-dire sur la bobine inductrice proprement dite.

» Nous supposerons donc le mouvement de l'électricité dans le circuit inducteur indépendant de la présence du circuit induit.

» La présence d'un condensateur dans lequel se précipite l'extra-courant après la rupture du circuit de la pile, la faible résistance et l'induction propre considérable du circuit inducteur sont autant de conditions favorables pour que le mouvement de l'électricité y prenne un caractère *oscillatoire*. Nous poserons donc pour ce circuit

$$(1) \qquad i = \mathrm{A}e^{-\alpha t}\cos\frac{2\pi}{\tau}t + \mathrm{B}e^{-\alpha t}\sin\frac{2\pi}{\tau}t.$$

i est l'intensité du courant au moment t; τ la période d'oscillation, approximativement égale à $2\pi\sqrt{lc}$, l étant le coefficient de self-induction, c la capacité du condensateur; $\alpha = \frac{r}{2l}$, r représentant la résistance; A et B sont des constantes déterminées par les conditions initiales du problème.

» L'équation différentielle du mouvement de l'électricité dans le circuit induit s'obtiendra en écrivant que le produit du courant I par la résistance R est égal à la somme des forces électromotrices. Nous n'examinerons pour le moment que le cas d'un circuit fermé. Nous aurons

$$(2) \qquad \mathrm{IR} = -\mathrm{M}\frac{di}{dt} - \mathrm{L}\frac{d\mathrm{I}}{dt}.$$

» Le premier terme du second membre représente l'action du circuit primaire sur le circuit induit, le second l'induction propre de ce dernier. La dérivée $\frac{di}{dt}$ est ici une fonction déterminée du temps, qu'on tire par différentiation de l'équation (1). L'intégrale de l'équation (2), en tenant compte de la condition $\mathrm{I} = 0$ pour $t = 0$, peut être mise sous la forme

$$(3) \qquad \mathrm{I} = -ae^{-\frac{\mathrm{R}}{\mathrm{L}}t} + ae^{-\alpha t}\cos\frac{2\pi}{\tau}t + be^{-\alpha t}\sin\frac{2\pi}{\tau}t,$$

a et b étant des constantes. Les deux derniers termes peuvent être réunis en un seul par un changement approprié d'amplitude et de phase.

» On voit donc que le courant I résulte de la superposition de deux courants, l'un *non périodique*, diminuant d'après la loi d'une courbe exponentielle, l'autre *périodique* avec amplitude progressivement décroissante.

» L'expérience a parfaitement confirmé ces prévisions théoriques. L'étude expérimentale du courant induit a été effectuée en le faisant passer par un tube Geissler, et en examinant la décharge au moyen d'un miroir tournant. Un tube spectral ordinaire fut recouvert de papier noir; une fente longitudinale, pratiquée dans le papier, était tournée vers le miroir pendant les expériences.

» Avec une bobine de Ruhmkorff de grandes dimensions (étincelle de $0^m,30$ à $0^m,50$) et en introduisant dans le circuit inducteur quelques bobines supplémentaires, le phénomène présentait l'aspect suivant. On voyait une série de bandes lumineuses, séparées par des intervalles qui n'étaient pas complètement obscurs, mais seulement d'une intensité moindre. Ces bandes s'effaçaient peu à peu et se transformaient par une transition insensible en une queue lumineuse homogène, d'intensité progressivement décroissante. En changeant le nombre des bobines supplémentaires, ou la capacité du condensateur, on voyait les bandes changer de largeur, tout en conservant le même aspect général, ce qui prouvait bien qu'elles étaient dues à un courant oscillatoire qui se superposait à un courant non périodique. L'absence d'intervalles obscurs entre les bandes prouvait que la somme algébrique des deux courants ne devenait jamais nulle, ou plutôt ne descendait jamais au-dessous d'un certain minimum d'intensité, capable d'être transmis par le tube Geissler. Il est évident que le phénomène ne peut présenter l'aspect décrit que quand le courant non périodique, sur lequel se superpose le courant oscillatoire, diminue plus lentement que ce dernier.

» Avec une bobine de dimensions moindres (toutes choses égales d'ailleurs), le phénomène était tout autre. Les bandes lumineuses étaient séparées par des intervalles tout à fait obscurs, et au milieu de chaque intervalle apparaissait une nouvelle bande plus mince. En examinant le phénomène dans le voisinage des électrodes, où il présentait un aspect différent suivant la direction du courant, on s'assurait facilement que le courant correspondant aux bandes minces était inverse par rapport à la direction principale de la décharge. Ici évidemment la partie non périodique du courant diminue vite, de sorte que ces sinuosités de la courbe représentant le courant total coupent l'axe des abscisses, et l'ordonnée change périodiquement de signe.

» Il est facile de se rendre compte de toutes ces particularités. La partie non périodique du courant ne dépend, d'après l'équation (3), que du circuit secondaire. Son coefficient d'extinction $\frac{R}{L}$ est moindre pour les grandes

bobines que pour les petites; car, pour une grosseur donnée du fil, la résistance augmente comme le nombre des spires, le coefficient de self-induction à peu près comme le carré de ce nombre. On peut s'assurer que cette explication est exacte par l'expérience simple que voici. Quand on introduit une grande résistance, par exemple un cordon mouillé, dans le circuit induit de la grande bobine, le phénomène présente exactement le même aspect qu'avec la petite bobine toute seule.

» J'ajouterai que les bandes lumineuses décrites peuvent être vues même sans l'introduction des bobines supplémentaires dans le circuit inducteur. Seulement, elles sont minces et peu régulières. Le condensateur doit être de capacité suffisante et bien isolant. »

ÉLECTROCHIMIE. — *Sur les conductibilités des phénols et des acides oxybenzoïques.* Note de M. **Daniel Berthelot**, présentée par M. Lippmann.

« Poursuivant mes recherches sur l'étude des fonctions mixtes, je me suis proposé d'examiner, au moyen des conductibilités électriques, les trois acides oxybenzoïques et de rechercher la manière dont ils se comportent en présence de 1, 2 ou 3 molécules de soude. Ces acides réunissant la fonction phénol et la fonction acide, j'ai été amené à mesurer d'abord la conductibilité des phénates alcalins. Les dissolutions dont il sera question contiennent $\frac{1}{100}$ d'équivalent par litre. Les mesures ont été faites avec l'électromètre de M. Lippmann. J'ai trouvé vers 10° les nombres suivants :

Chlorure de potassium	1,000
Potasse	1,737
Soude	1,580
Baryte	1,538
Chaux	1,547
Ammoniaque	0,091
Phénol	0,011

» Ceci posé, j'ai mélangé à équivalents égaux le phénol et les divers alcalis :

	Observé.	Moyenne μ.	Différence Δ.	Abaissement $\frac{\Delta}{\mu}$.
Phénol + potasse	0,755	0,874	0,119	0,13
Phénol + soude	0,579	0,795	0,216	0,27
Phénol + chaux	0,570	0,779	0,209	0,27
Phénol + baryte	0,615	0,774	0,159	0,20

» On voit que les conductibilités observées sont notablement inférieures à la moyenne des conductibilités.

» L'abaissement de conductibilité est d'environ un quart pour la soude et la chaux, un cinquième pour la baryte.

» J'ai pris ensuite la conductibilité de l'acide benzoïque seul ou mélangé avec $\frac{1}{2}$, 1, 2 et 3 équivalents de soude, cet acide présentant le type de la fonction simple dans la série aromatique :

	Observé.	Moyenne μ.	Différence Δ.
Acide benzoïque................	0,215	»	»
$\frac{1}{3}$ (2 acide benzoïque + 1 soude)......	0,227	0,670	0,443
$\frac{1}{2}$ (1 acide benzoïque + 1 soude)......	0,300	0,897	0,597
$\frac{1}{3}$ (1 acide benzoïque + 2 soude)......	0,678	1,125	0,447
$\frac{1}{4}$ (1 acide benzoïque + 3 soude)......	0,911	1,238	0,327

» La conductibilité observée est inférieure à la conductibilité moyenne; la différence est maximum pour le mélange à équivalents égaux, ce qui correspond au maximum de combinaison; l'abaissement de conductibilité $\frac{\Delta}{\mu}$, pour ce mélange, est 0,66, soit de $\frac{2}{3}$. Il est donc très supérieur à celui des phénates.

» On constaterait d'ailleurs, par un mode de calcul exposé dans une Note antérieure, que le second équivalent de soude a encore une action propre, bien qu'assez faible, mais que le troisième n'a plus aucune action.

» Voici maintenant les conductibilités des acides oxybenzoïques seuls ou mélangés à 1, 2, 3 équivalents de soude :

	Observé.	Moyenne.	Différence.	$\frac{\Delta}{\mu}$.
Acide salicylique...........	0,866	»	»	»
$\frac{1}{2}$ (acide salicylique + 1 soude)...	0,303	1,223	0,920	0,75
$\frac{1}{3}$ (acide salicylique + 2 soude)...	0,580	1,342	0,762	»
$\frac{1}{4}$ (acide salicylique + 3 soude)...	0,779	1,401	0,622	»
Acide métoxybenzoïque	0,335	»	»	»
$\frac{1}{2}$ (acide méta + 1 soude)........	0,285	0,957	0,672	0,70
$\frac{1}{3}$ (acide méta + 2 soude)........	0,423	1,165	0,742	»
$\frac{1}{4}$ (acide méta + 3 soude)........	0,613	1,268	0,655	»
Acide paroxybenzoïque......	0,214	»	»	»
$\frac{1}{2}$ (acide para + 1 soude)........	0,287	0,897	0,610	0,68
$\frac{1}{3}$ (acide para + 2 soude)........	0,434	1,125	0,691	»
$\frac{1}{4}$ (acide para + 3 soude)........	0,594	1,238	0,644	»

» On peut tirer de ce Tableau les conclusions suivantes :

» 1° Les trois acides isomères ont des conductibilités bien distinctes et

décroissant dans l'ordre ortho, méta, para; la conductibilité de l'acide para se confond avec celle de l'acide benzoïque.

» 2° Quand on sature les trois acides par 1 équivalent de soude, on obtient des nombres très voisins entre eux et voisins de celui que donne l'acide benzoïque dans les mêmes conditions. L'abaissement de conductibilité est de $\frac{3}{4}$ pour l'acide ortho, de $\frac{7}{10}$ pour l'acide méta et de $\frac{2}{3}$ environ pour l'acide para. Ce dernier nombre est à peu près le même que pour l'acide benzoïque.

» 3° Le parallélisme entre les acides méta et para se poursuit quand on ajoute un deuxième et un troisième équivalent de soude, les conductibilités restant voisines, mais ils se différencient tous deux de l'acide benzoïque, aussi bien l'acide para que l'acide méta. La deuxième molécule de soude a une action propre considérable, la troisième une action plus faible, mais encore notable.

» L'adjonction de la fonction phénol à la fonction acide est donc mise en évidence par la mesure des conductibilités.

» 4° L'acide salicylique offre, pour les mélanges correspondants, des conductibilités bien différentes de celles des acides méta et para. La deuxième et la troisième molécule de soude ont chacune une action propre, bien que notablement moins forte qu'avec les acides méta et para. La différence Δ est maximum après l'adjonction d'une molécule de soude, tandis que chez les acides méta et para elle n'atteint son maximum qu'à la deuxième molécule. Il semble que, chez l'acide salicylique, la fonction phénol joue un rôle plus effacé par rapport à la fonction acide que chez ses deux isomères. C'est ce que les mesures thermochimiques montrent pareillement, d'après les expériences de MM. Berthelot et Werner. »

PHYSIQUE. — *Les lois du recuit et leurs conséquences au point de vue des propriétés mécaniques des métaux*. Note de M. **André Le Chatelier**, présentée par M. Daubrée.

« Dans une Communication antérieure ([1]), j'ai signalé ce fait, que tout métal, à partir d'une certaine température, peut s'allonger jusqu'à rupture sous l'action de charges constantes, la vitesse d'allongement croissant avec

---

([1]) *Influence de la température sur les propriétés mécaniques des métaux* (*Comptes rendus*, 1er juillet 1889).

la grandeur de la charge. J'ai désigné ce phénomène sous le nom d'*allongement par recuit*, l'attribuant à l'effet du recuit qui détruit l'écrouissage au fur et à mesure de sa production.

» En poursuivant mes recherches, j'ai reconnu que l'allongement par recuit est un fait beaucoup plus général que je ne l'avais d'abord supposé, et qu'il se produit pour tous les métaux à toutes les températures sous l'influence non seulement des charges suffisant à provoquer la rupture, mais de toutes celles qui donnent lieu à une déformation permanente. En généralisant cette observation, j'ai été amené à conclure que tous les allongements permanents sont des allongements par recuit, et qu'une force ne produit sur un métal, au moment même de son application, qu'une déformation élastique qui se transforme progressivement en déformation permanente sous l'influence du recuit. Mais le plus souvent la marche du phénomène est assez rapide pour que l'on ne puisse en observer que la terminaison.

» Toutes les variations, soit avec le temps, soit avec la température, des propriétés mécaniques des métaux doivent être des conséquences immédiates des lois qui régissent le recuit. J'ai étudié ces lois en chauffant, à des températures et pendant des temps variables, des fils métalliques écrouis par une série de passages à la filière, puis les essayant à la traction après refroidissement. Les résultats de ces expériences m'ont conduit aux énoncés suivants, dans lesquels l'état d'écrouissage d'un métal est défini par sa limite élastique et sa résistance à la rupture mesurées à la température ordinaire :

» 1° A une même température, la valeur de l'écrouissage va constamment en décroissant sous l'influence du recuit, en tendant vers une valeur limite déterminée avec une vitesse qui peut être très grande au début du recuit et devient de plus en plus faible à mesure qu'elle se rapproche de sa limite.

» 2° La valeur limite de l'écrouissage, après un recuit prolongé à une température donnée, est d'autant plus faible que cette température est elle-même plus élevée.

» Les exemples suivants font ressortir ce mode d'action du recuit. L et R sont l'effort limite d'élasticité et l'effort de rupture mesurés à la température ordinaire et rapportés à 1^{mm} de section initiale du fil :

Fil de cuivre écroui : L = 42kg, R = 43kg.

Durée du recuit.	Recuit L à 300°.	R.	L à 350°.	R.	L à 430°.	R.
h m	k	k	k	k	k	k
0.12.........	39,5	41	26,5	33,8	11	27,2
0.15.........	33	37	11	27,2	»	26,6
1	26	33,6	»	26,9	»	26,5
5	12	27,4	»	26,9	»	26,5
10	»	27,1	»	26,9	»	26,5

» 3° La valeur limite à laquelle l'écrouissage est ramené par un recuit prolongé, à une température donnée, croît avec sa valeur initiale avant recuit, mais croît moins rapidement.

» Je citerai comme exemple les chiffres suivants de résistance à la rupture :

Avant recuit....................	27k,5	32k	43k
Après recuit prolongé à 350°.......	25k,7	26k,3	27k,1

» La discussion de ces lois conduit aux conséquences suivantes :

» 1° *A une même température,* un métal se déforme sous l'action d'une charge donnée avec une vitesse constamment décroissante et en tendant vers un état d'équilibre déterminé.

» La grandeur des déformations, correspondant aux différents états d'équilibre, croît plus vite que celle des charges qui les ont produites.

» La charge de rupture obtenue dans un essai de traction à vitesse de mise en charge constante va en croissant avec cette vitesse. Dans les mêmes conditions, une même charge donne lieu à des allongements qui diminuent quand la vitesse de traction augmente.

» Les déformations produites par des chocs de même intensité sont d'autant plus faibles que la vitesse du choc est plus grande.

» 2° *Quand la température augmente,* toutes choses égales d'ailleurs, les déformations produites par une même charge vont en croissant; les résistances à la rupture vont en décroissant.

» Toutes ces conclusions sont vérifiées par l'expérience. J'ai déjà étudié l'influence de la température dans la Communication précitée.

» Je donne dans le Tableau ci-dessous des résultats qui rendent compte des variations, à une même température, de la résistance à la rupture avec la vitesse de traction pour des métaux préalablement recuits.

	Durée de l'essai.					
	30s.	1m.	5m.	15m.	60m.	Indéfinie.
	kg	kg	kg	kg	kg	kg
Fer fondu à 15°	39,7	38,8	37,6	37	36	»
Aluminium à 15°	14,9	14,6	14,4	14,2	13,4	»
Zinc à 15°	»	24	21	16,5	11,5	5
Cuivre à 15°	27,8	27.1	26,3	25,8	25,1	23,8
Id. à 200°	20,7	20,2	19,7	19,1	17,7	15
Id. à 300°	17,7	»	»	15	13	9,5
Id. à 400°	14	13	11,6	9,7	7,5	3

» Les chiffres de la dernière colonne de ce Tableau représentent la charge maxima que ce métal peut supporter indéfiniment sans se rompre à la température considérée. Ils ont été obtenus par extrapolation d'une courbe représentant les temps au bout desquels le métal s'est rompu sous l'action d'une série de charges de valeur décroissante en fonction de ces charges. »

CHIMIE. — *Sur les indices de réfraction des solutions salines.* Note de M. B. WALTER.

« Depuis la publication de mes recherches *Sur les indices de réfraction des dissolutions salines* (*Wiedemann's Annalen*, 38, p. 107; 1889), plusieurs savants ont déjà soumis à l'Académie, sur le même sujet, des travaux dans lesquels, comme dans le mien, la richesse en centièmes de la dissolution (évaluée en grammes de sel anhydre pour 100^{gr} de dissolution) et le poids moléculaire du sel forment les bases du calcul.

» M. E. Doumer (1) a récemment augmenté considérablement le nombre des sels étudiés (2), et il a aussi examiné les sels doubles; ce que je n'avais fait que pour une couleur déterminée et pour le pouvoir réfringent des dissolutions salines, MM. Barbier et Roux l'ont fait récemment pour le pouvoir dispersif, de manière qu'on se trouve ici en face de résultats qui conduisent à des comparaisons théoriques.

» Tout en réservant pour une autre occasion la description de mes tra-

(1) *Comptes rendus*, t. CX, p. 40 et 139; 1890.

(2) Je n'ai pas seulement, comme le dit M. Doumer, étudié 8 sels, mais bien 19; en outre, je pouvais, pour 8 des sels les plus importants, déduire les résultats des observations dues à plusieurs anciens observateurs; elles concordaient avec les miennes.

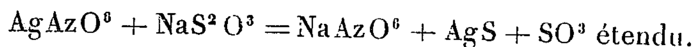
vaux à ce sujet, je veux seulement citer actuellement une différence fondamentale entre mes observations et celles de M. Doumer.

» Ce savant, outre les faits indiqués déjà par moi, a déduit de ses observations une proposition que je suis amené à contester, d'après mes recherches. Les pouvoirs réfringents moléculaires des sels seraient des fonctions du *nombre des valences de l'élément métallique* qui entre dans la constitution des sels; de sorte que d'après M. Doumer, par exemple, les sels du groupe $CuSO^4$, $FeSO^4$ posséderaient le même pouvoir réfringent moléculaire que les sels du groupe $K^2SO^4Na^2SO^4$, et un pouvoir double de celui du groupe KCl, NaCl.

» D'après mes observations, au contraire, le pouvoir réfringent moléculaire des sels cités en premier lieu s'élève plutôt au *triple* de celui du dernier groupe et vaut $\frac{3}{2}$ de celui du groupe intermédiaire. Je pourrais citer encore de nombreux autres sels qui, d'après mes observations, ne s'accordent pas avec la proposition de M. Doumer. »

THERMOCHIMIE. — *Action de l'hyposulfite de soude sur les sels d'argent.* Note de M. **J. Fogh.**

« La décomposition du nitrate d'argent par l'hyposulfite de soude est accompagnée d'un dégagement de chaleur considérable. Opérée avec les sels dissous chacun dans 2^{lit} par équivalent, elle dégage, vers 15°, 23^{Cal}. Elle n'est complète qu'au bout de quatre ou cinq minutes. Les produits qui en résultent sont le sulfure d'argent, le nitrate de soude et l'acide sulfurique dissous, les proportions quantitatives de ces corps répondant exactement à l'équation suivante :



$$AgAzO^6 + NaS^2O^3 = NaAzO^6 + AgS + SO^3 \text{ étendu.}$$

» D'après le calcul théorique, cette réaction dégagerait $22^{Cal}, 6$, soit à peine moins que la quantité réellement observée; le résultat calculé étant déduit d'un grand nombre de données thermochimiques qui dépendent elles-mêmes des diverses conditions d'expérience, son exactitude ne peut être qu'approximative.

» Pour comprendre le mécanisme de la réaction, il est nécessaire d'admettre deux phases successives : la phase primaire comprenant la formation du nitrate de soude et de l'hyposulfite d'argent, la phase secondaire comprenant la décomposition de l'hyposulfite d'argent en sulfure et acide

sulfurique d'après l'équation suivante :



$$AgS^2O^3 = AgS + SO^3.$$

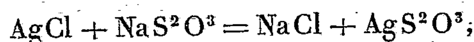
» Cette décomposition s'observe facilement au changement de couleur du précipité, qui n'est blanc qu'au moment même où l'on mélange les deux liqueurs. La transformation est trop rapide pour qu'on puisse déterminer, à l'aide du thermomètre, la quantité de chaleur correspondant à chacune des deux phases. On peut cependant l'évaluer en prenant pour chaleur de formation de l'hyposulfite d'argent par les éléments le nombre calculé par analogies de 52^{Cal}. On trouve ainsi que la phase primaire dégagerait $2^{Cal},6$, tandis que la phase secondaire serait accompagnée d'un dégagement de chaleur qui s'élève à 20^{Cal}. L'importance de cet effet thermique explique pourquoi l'hyposulfite d'argent se décompose entièrement, aussitôt après sa formation et sans l'intervention d'aucune énergie étrangère.

» L'hyposulfite d'argent perd cette propriété caractéristique en se combinant aux hyposulfites alcalins, pour former des hyposulfites doubles. Cette combinaison est elle-même accompagnée d'un dégagement de chaleur si considérable, que les sels doubles qui en résultent sont parfaitement stables et résistent même à l'action de l'eau bouillante.

» Ainsi, lorsqu'en opérant sur les mêmes liqueurs d'hyposulfite de soude et de nitrate d'argent, on mélange 1 volume de celle-ci avec 10 volumes de celle-là, le précipité blanc, formé au moment du mélange, se redissout immédiatement sans éprouver aucune décomposition. La réaction totale dégage, vers 12°, 20^{Cal}. Déduction faite des $2^{Cal},6$ qui répondent à la double décomposition primaire, on voit que la dissolution de l'hyposulfite d'argent dans un excès d'hyposulfite de soude dégage $17^{Cal},4$. Ce chiffre exprime la chaleur de formation de l'hyposulfite double d'argent et de soude dissous à partir de l'hyposulfite de soude dissous.

» A l'aide de cette donnée, on peut se rendre compte de l'action de l'hyposulfite de soude sur les sels haloïdes d'argent.

» En effet, la décomposition du chlorure d'argent par l'hyposulfite de soude, d'après la réaction suivante



$$AgCl + NaS^2O^3 = NaCl + AgS^2O^3;$$

ne pourrait s'effectuer par elle-même, parce qu'elle serait accompagnée d'une absorption de chaleur de -13^{Cal}. Cependant cette quantité de chaleur se trouvant plus que compensée par les $17^{Cal},4$ que dégage la redissolution de l'hyposulfite d'argent dans un excès d'hyposulfite de soude, il

résulte que ce dernier sel peut dissoudre le chlorure d'argent et même qu'il doit le dissoudre, en dégageant une quantité de chaleur égale à $4^{Cal},4$. Ce dégagement de chaleur a été confirmé exactement par l'expérience directe.

» Une considération analogue explique la dissolution du bromure d'argent par l'hyposulfite de soude, tout en montrant que le bromure se trouve placé précisément à la limite à laquelle la dissolution peut encore avoir lieu; car la décomposition du bromure par l'hyposulfite absorbe $-17^{Cal},3$, quantité à peine inférieure à la chaleur de redissolution de l'hyposulfite d'argent.

» Quant à l'iodure d'argent, sa dissolution n'est plus possible sans le concours d'une énergie étrangère. En effet, la décomposition de ce sel par l'hyposulfite de soude absorbe $-24^{Cal},2$, c'est-à-dire une quantité de chaleur si grande qu'elle ne pourrait être compensée par la chaleur de formation du sel double.

» Ce résultat est pleinement confirmé par l'expérience. Une liqueur contenant l'hyposulfite double d'argent et de soude est précipitée par l'iodure de potassium, tandis qu'elle n'est point altérée par l'addition d'un chlorure ou d'un bromure dissous [1]. »

HISTOIRE DE LA CHIMIE. — *Sur la métallurgie précolombienne au Venezuela.* Note de M. V. **Marcano**.

« La connaissance de la composition d'objets métalliques anciens, dont le lieu d'origine, ainsi que la date relative soient incontestables, a une grande importance pour l'histoire des progrès de l'humanité.

» M. Berthelot a établi déjà d'une façon évidente, par l'analyse chimique d'un objet en métal datant de près de quatre mille ans avant notre ère, que l'*âge du bronze* a été précédé d'un *âge du cuivre* (Berthelot, *Comptes rendus*, t. CVIII, p. 923).

» Une fois le fait de l'ancienneté de la métallurgie du cuivre bien établi pour l'ancien monde, il est intéressant de faire des recherches dans cette voie pour le nouveau continent.

» Déjà Vauquelin, au commencement du siècle, avait analysé un ciseau en métal provenant des Incas du Pérou, et récemment, en 1883, M. Damour

(1) Paris, laboratoire de M. Berthelot.

avait déterminé la composition d'un autre instrument semblable, rapporté de Quito par Boussingault : les deux objets, d'une composition presque identique, étaient formés par un alliage de cuivre et d'étain (Boussingault, *Comptes rendus*, t. XCVI, p. 545).

» Les explorations anthropologiques du Venezuela dont j'ai été chargé en 1887, par le gouvernement de ce pays, ont mis à jour parmi les précolombiens du littoral, une civilisation qu'on ne s'attendait pas à trouver chez des peuples qui étaient considérés, d'après les récits intéressés des historiens espagnols, comme des tribus barbares aussi peu avancées que celles qui errent dans les savanes du haut Orénoque (Dr G. Marcano, *Ethnographie précolombienne du Venezuela. Vallées d'Aragua et de Caracas*).

» Mais les nombreuses fouilles que j'ai pratiquées n'ont point décélé le moindre objet en métal parmi la grande quantité de toute sorte qu'elles ont permis de collectionner.

» Malgré le témoignage explicite des historiens de la conquête du Venezuela qui signalent l'existence d'objets métalliques chez les indigènes de la contrée, de Humboldt nie l'existence de la métallurgie chez eux, en se basant sur l'étude géognostique qu'il avait faite en parcourant le pays, laquelle ne lui avait révélé la présence même probable d'aucun gisement aurifère. L'illustre voyageur explique la présence de ces objets en or chez les Indiens par leur commerce de proche en proche avec ceux de la Cordillère, communications qui du reste sont loin d'être démontrées.

» J'ai eu l'occasion de découvrir près de San Juan de los Morros une mine d'or exploitée par les Précolombiens, comme l'atteste une excavation de 20^{m} de diamètre sur au moins autant de profondeur, pratiquée au milieu de la ligne de faîte de la colline qui contient le gisement. Le minerai qui forme le filon, presque vertical, est une roche schisteuse, tendre, complètement désagrégée, contenant de l'or et de l'argent respectivement dans la proportion de 30^{gr} et de 1^{kg} par tonne. Le minerai cède au simple lavage à la battée le quart de l'or qui y est contenu.

» Il y a peu de jours, près du village de Teques, situé à une trentaine de kilomètres de Caracas, la pioche du terrassier a mis à découvert plusieurs sarcophages en poterie contenant des ossements, des ornements en matières diverses et un certain nombre d'objets en métal qui, malheureusement, ont été distribués entre plusieurs personnes. Il m'a été possible de me procurer trois de ces objets sur lesquels j'ai prélevé des limailles pour en pratiquer les analyses, dont les résultats font l'objet de cette Note.

» Le premier est une médaille circulaire, qui porte sur une de ses faces un dessin en repoussé figurant un scorpion ou quelque chose de semblable.

» Les nos II et III sont des pendeloques, obtenues par fusion et dont l'exécution est assez réussie.

» Les analyses ont donné :

	I.	II.	III.
Poids de l'objet	gr »	15gr,170	6gr,196
Or	13,3	23,7	7,6
Argent	73,3	5,8	traces
Cuivre	13,4	47,6	38,4
Fer	»	22,9	54,0
	100,0	100,0	100,0

» On peut admettre que le n° I ait été fabriqué par martelage avec de l'or natif très riche en argent et renfermant du cuivre, comme c'est parfois le cas dans les produits extraits par moi de la mine d'or que je viens de rapporter.

» Mais les nos II et III sont incontestablement le résultat d'un alliage *ad hoc*.

» En effet, à une portée de fusil de l'endroit où ont été déterrés les sarcophages, se trouve un filon de cuivre qui affleure à flanc de coteau et se compose de carbonate de cuivre intimement mélangé à de l'oxyde de fer. Il ne renferme ni or ni argent.

» Par contre, l'histoire mentionne une mine d'or exploitée par les Indiens avant la conquête et située près de Teques, mais dans une direction opposée à celle de la mine de cuivre.

» Les objets analysés me semblent intéressants parce qu'ils révèlent l'existence au Venezuela d'une métallurgie précolombienne qui, loin de se borner à l'extraction de l'or natif, était arrivée à faire des alliages du métal précieux avec celui qu'on pouvait obtenir en réduisant les minerais de cuivre ferrifère. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Influence de la constitution chimique des dérivés du carbone sur le sens et les variations de leur pouvoir rotatoire.* Note de M. **Philippe-A. Guye**, présentée par M. Friedel.

« Si l'on admet, avec MM. Le Bel et van t'Hoff, que les valences du carbone sont dirigées vers les quatre sommets d'un tétraèdre régulier, et si l'on appelle *plans de symétrie du carbone* les six plans de symétrie qui caractérisent le composé CR^4, il est évident que, tant que le carbone restera symétrique, le centre de gravité de la molécule se trouvera dans un au moins de ces six plans de symétrie, et qu'au contraire ce centre de gravité sera situé en dehors de chacun de ces six plans dès que le carbone deviendra asymétrique. Désignons par d_1, d_2, d_3, d_4, d_5, d_6 les distances du centre de gravité de la molécule à chacun des plans de symétrie du carbone, le produit de ces distances $d_1 \times d_2 \times d_3 \times d_4 \times d_5 \times d_6$, que j'appelle *produit d'asymétrie*, restera nul tant que le carbone sera symétrique (l'un au moins des six facteurs étant nul), et prendra des valeurs différentes de zéro dès que le carbone sera asymétrique. En outre, si l'on donne un signe + ou — à ces distances, comptées d'un côté ou de l'autre de chacun des plans de symétrie, le produit d'asymétrie sera positif ou négatif, suivant que le nombre des facteurs négatifs sera pair ou impair.

» Le produit d'asymétrie peut donc servir à évaluer l'asymétrie du carbone, et il est dès lors assez naturel de supposer que le pouvoir rotatoire subit les mêmes variations que ce produit.

» Pour vérifier cette hypothèse, j'en ai déduit quelques conséquences susceptibles d'être plus facilement contrôlées par l'expérience; je n'en reproduirai pour le moment que trois :

» I. Toutes les fois que, par le fait d'une substitution d'un élément ou radical par un autre, le centre de gravité de la molécule reste des mêmes côtés des plans de symétrie du carbone, le pouvoir rotatoire du dérivé substitué ainsi obtenu doit conserver le même signe.

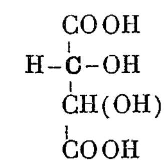
» II. Si, par suite d'une substitution, le centre de gravité de la molécule s'éloigne des plans de symétrie, le pouvoir rotatoire du substitué doit être plus grand que celui du corps dont il dérive; il doit être au contraire plus petit, si le centre de gravité se rapproche des plans de symétrie.

» III. Si, par suite d'une substitution, le centre de gravité se déplace d'un côté de l'un des plans de symétrie à l'autre côté, le pouvoir rotatoire du substitué doit changer de signe.

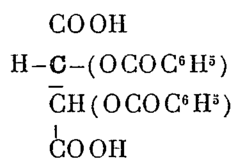
» Ces trois règles se déduisent aisément de la considération du produit d'asymétrie, qui doit conserver son signe dans le premier cas, augmenter ou diminuer dans le second, et changer de signe dans le troisième.

» J'ai pu vérifier l'exactitude de ces trois règles dans les cas où l'on a déterminé expérimentalement le pouvoir rotatoire de plusieurs dérivés d'un même groupe, particulièrement avec les corps suivants : alcool amylique et ses dérivés, chlorure, bromure, iodure, cyanure et acétate d'amyle; amylamine, diamylamine, triamylamine et leurs chlorhydrates; asparagine et acide aspartique et leurs combinaisons avec les bases et les acides; acide tartrique droit et ses dérivés; acide malique et ses dérivés, soit environ sur une cinquantaine de composés organiques. Ne pouvant reproduire ici cet ensemble de vérifications, je me contenterai d'en indiquer quelques-unes, relatives aux dérivés organiques de l'acide tartrique, dont les pouvoirs rotatoires ont été mesurés par M. Amé Pictet.

» Ce composé étant caractérisé par deux carbones asymétriques identiquement constitués, il suffit d'en examiner un seul :



Acide tartrique.



Acide dibenzoyltartrique.

» En supposant les masses concentrées aux quatre sommets du tétraèdre, ce qui, dans ce cas particulier, est suffisant pour une première approximation, on verrait que, lorsqu'on remplace les H des COOH par des groupes CH^3, C^2H^5, C^3H^7, C^4H^9, le centre de gravité de la molécule s'éloignera simplement des plans primitifs de symétrie. D'après la première et la seconde règle, les éthers de l'acide tartrique droit resteront dextrogyres et le seront d'autant plus que la masse du radical hydrocarboné substitué sera plus grande. C'est ce que confirme l'expérience :

Tartrate de méthyle..................	$[\alpha]_D = +\ 2,14$
» d'éthyle.....................	$+\ 7,66$
» de propyle..................	$+\ 12,44$
» d'isobutyle..................	$+\ 19,87$

» Remplaçons maintenant dans l'acide tartrique droit les deux H alcooliques par le radical benzoyle, ce qui revient à substituer à l'hydroxyle OH de masse 17 le groupe $OCOC^6H^5$ de masse 121. Le centre de gravité de la molécule passera d'un côté à l'autre du plan de symétrie coupant l'arête $COOH-OCOC^6H^5$ (¹). De là résulte,

(¹) Je désigne une arête quelconque du tétraèdre par les groupes placés aux deux

d'après la troisième règle, que l'acide dibenzoyltartrique doit être lévogyre. C'est, en effet, le cas : $[\alpha]_D = -117,68$.

» On peut aussi remplacer les atomes H des COOH par des radicaux CH^3, C^2H^5, C^3H^7, C^4H^9. A la suite de ces substitutions, le centre de gravité de la molécule restera du même côté du plan de symétrie coupant l'arête $COOH-OCOC^6H^5$, tout en s'en rapprochant. Par conséquent, d'après la première et la seconde règle, les éthers de l'acide dibenzoyltartrique resteront lévogyres comme celui-ci, mais seront de moins en moins lévogyres. En réalité, il en est bien ainsi :

Dibenzoyltartrate de méthyle................	$[\alpha]_D = -88,78$
» » d'éthyle................	$-60,02$
» » d'isobutyle.............	$-41,95$

» On verrait de même qu'en remplaçant les groupes COC^6H^5 par des groupes acétyles $COCH^3$, l'acide diacétyle tartrique obtenu devrait être lévogyre, mais moins lévogyre que l'acide dibenzoyltartrique; que l'éther méthylique devrait être encore moins lévogyre et qu'à partir de l'éther éthylique le centre de gravité de la molécule passant d'un côté à l'autre du plan de symétrie déjà considéré, les éthers homologues doivent être dextrogyres. L'expérience vérifie ces prévisions :

Acide diacétyltartrique......................	$[\alpha]_D = -23,14$
Éther méthylique..........................	$-14,29$
Éther éthylique...........................	$+1,02$
Éther propylique..........................	$+6,52$
Éther isobutylique........................	$+10,29$

» Pour fixer la position du centre de gravité, j'ai supposé les masses concentrées aux sommets du tétraèdre. J'ajoute que, lorsque ces masses sont à peu près égales, il faut tenir compte de leurs distances au centre de figure du tétraèdre, distances dont on peut en général trouver des valeurs approchées par des considérations tirées de la théorie des volumes, et pouvoirs réfringents moléculaires dont j'ai déjà eu l'honneur d'entretenir l'Académie (¹).

» Quelques vérifications rapides, relatives aux corps cycliques, me font espérer que la notion du produit d'asymétrie pourra s'appliquer à ces dérivés plus complexes. Je me réserve de revenir sur cette question, lorsque j'aurai terminé des recherches actuellement commencées pour voir si l'interprétation que j'ai donnée des variations du pouvoir rotatoire pourrait prendre le caractère d'une loi générale précisant les rapports remarquables découverts par M. Pasteur entre cette intéressante propriété optique et la structure moléculaire dissymétrique (²). »

---

sommets auxquels aboutit cette arête; de même les plans de symétrie peuvent être désignés par l'arête qu'ils coupent en deux parties égales.

(¹) *Comptes rendus*, 20 janvier, 1890.

(²) Paris, laboratoire de M. Friedel.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la préparation et sur quelques propriétés du fluoroforme*. Note de M. **Meslans**.

« Dans un travail précédent ([1]), nous avons étudié la préparation et les propriétés de nouveaux éthers fluorés; ces corps gazeux avaient été obtenus au moyen de la réaction indiquée par M. Moissan ([2]) et qui consiste à faire agir le fluorure d'argent sur le composé organique iodé ou chloré correspondant. Nous avons pensé qu'il serait intéressant d'étendre cette méthode à la préparation de composés carbonés renfermant plusieurs atomes de fluor. Parmi ces derniers, le fluoroforme semblait devoir présenter un intérêt tout particulier, à cause des propriétés importantes et des applications que fournit le chloroforme.

» Le fluorure d'argent réagit à froid sur l'iodoforme. Cette réaction est très énergique, et les produits qu'elle fournit diffèrent, suivant qu'on opère avec le mélange de fluorure d'argent et d'iodoforme secs, ou qu'on emploie ce même mélange additionné de chloroforme.

» Si l'on agite à froid, ou si l'on chauffe légèrement un mélange, en quantités équivalentes, de fluorure d'argent sec et d'iodoforme en poudre, la masse se liquéfie. Sa température s'élève considérablement et il se produit un abondant dégagement gazeux. En même temps, une partie de l'iodoforme est décomposée, des vapeurs d'iode apparaissent, et il se forme un liquide coloré qui passe à la distillation. Si l'on a soin de modérer la réaction en refroidissant le mélange, on peut recueillir un gaz incolore qui se dédouble par la chaleur, avec formation de vapeurs d'iode, Chauffé dans une cloche courbe en verre, il donne entre autres produits du fluorure de silicium et un dépôt de charbon. Ce gaz est un fluoiodoforme dont nous poursuivons l'étude.

» Lorsque, au lieu d'opérer à sec, on additionne de chloroforme le mélange de fluorure d'argent et d'iodoforme, on obtient un gaz qui, chauffé dans le verre, l'attaque fortement, mais ne fournit plus de vapeurs d'iode. La préparation régulière de ce gaz se fait de la façon suivante :

» On mélange dans un petit ballon entouré d'eau glacée 2 parties

([1]) *Comptes rendus*, t. CVIII, p. 352.

([2]) H. Moissan, *Sur le fluorure d'éthyle* (*Comptes rendus*, t. CVIII, p. 260).

d'iodoforme, 2 parties de fluorure d'argent et 1 partie de chloroforme. Le ballon est surmonté d'un serpentin en plomb refroidi à $-23°$ au moyen du chlorure de méthyle, et suivi d'un tube en U rempli de fluorure d'argent sec et chauffé à 100°. En élevant progressivement la température du bain qui entoure le ballon, on obtient un dégagement régulier de gaz. On le recueille dans des flacons de verre, sur le mercure qui n'est nullement attaqué.

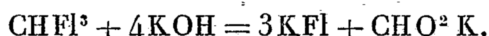
» Le gaz est débarrassé de la vapeur de chloroforme qu'il contient par un contact prolongé avec des morceaux de caoutchouc séchés à l'étuve, et d'une trace d'oxyde de carbone par le chlorure cuivreux chlorhydrique.

» Le gaz obtenu dans ces conditions est incolore; il brûle difficilement en donnant beaucoup d'acide fluorhydrique et en colorant la flamme en bleu. Son odeur est agréable et rappelle celle du chloroforme. Il est peu soluble dans l'eau, dans le chloroforme et dans la benzine; l'alcool en dissout environ cinq fois son volume.

» La densité de ce corps gazeux, d'après quatre déterminations, varie entre 2,48 et 2,53. La densité théorique du fluoroforme serait 2,44. Cette différence est due à la présence dans le gaz d'une très petite quantité de fluoiodoforme dont nous avons déjà parlé, et dont il est difficile de se débarrasser entièrement. La densité très élevée de ce gaz explique facilement l'augmentation obtenue pour la densité du fluoroforme. Nous avons d'ailleurs pu doser, à l'état d'iodure d'argent, la petite quantité d'iode ainsi introduite dans notre gaz, et la correction qu'elle fournit pour la densité ramène le chiffre trouvé à 2,445.

» Il se liquifie à 20°, sous la pression de 40^{atm}, dans l'appareil de M. Cailletet; comprimé davantage, puis détendu, il se solidifie.

» Chauffé à 160° en tube scellé avec de la potasse alcoolique, il se dédouble en fluorure et formiate de potassium



$$CHFl^3 + 4KOH = 3KFl + CHO^2K.$$

» Chauffé dans une cloche courbe avec du sodium, il donne lieu à une violente réaction. Le sodium brûle avec éclat, il se forme un dépôt de charbon et du fluorure de sodium, et le volume du gaz se réduit environ au quart. Ce résidu est composé presque entièrement de formène qui, par sa combustion avec l'oxygène, produit son volume d'acide carbonique. Ces rapports s'accordent bien avec la formule $CHFl^3$.

» Le dosage du carbone et de l'hydrogène dans ce composé ne nous a pas

présenté de difficulté. On a fait passer, ainsi que l'a indiqué M. Moissan (1), un volume déterminé de gaz, dans un tube de cuivre rempli d'un mélange d'oxyde de cuivre et d'oxyde de plomb, et l'on a pesé l'eau et l'acide carbonique formés. On a obtenu ainsi les chiffres suivants :

	1.	2.	3.	4.	Calculé pour $CHFl^3$,
C.........	16,21	16,59	16,53	16,82	17,14
H.........	1,21	1,33	1,27	1,31	1,42

» La densité, l'action de la potasse, le dosage du carbone et de l'hydrogène démontrent donc bien que le gaz obtenu, ainsi que nous l'avons indiqué, est le fluoroforme (2). »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur des phénols sulfoconjugués dérivés du camphre ordinaire.* Note de M. P. Cazeneuve, présentée par M. Friedel.

« De nombreux chimistes se sont occupés de l'action de l'acide sulfurique sur le camphre ordinaire et ont signalé, en particulier, une huile, le *camphrène,* qui a été mal étudiée et qui apparaît en chauffant à 100° le camphre pendant quelques heures avec quatre fois son poids d'acide sulfurique concentré. Aucun ne s'est préoccupé de rechercher s'il se forme simultanément, dans cette réaction, des dérivés sulfonés avec une fonction chimique spéciale.

» Reprenant cette réaction, nous avons isolé le camphrène formé qui surnage. Le liquide acide, versé dans dix fois son volume d'eau, puis filtré après repos, a été saturé à l'ébullition par le carbonate de baryte. La liqueur filtrée pour séparer le sulfate de baryte se colore en blanc violacé par le perchlorure de fer. Évaporée, elle donne un sel barytique difficilement cristallisable, jouissant de propriétés phénoliques et renfermant du soufre qu'on ne peut enlever à la molécule que sous l'influence de la potasse en fusion. Mais les rendements sont faibles et la purification difficile.

---

(1) H. Moissan, *Sur quelques propriétés nouvelles et sur l'analyse du fluorure d'éthyle* (*Comptes rendus,* t. CVII, p. 992).

(2) Ce Travail a été fait à l'École supérieure de Pharmacie de Paris, au laboratoire de M. Moissan.

» Nous nous sommes adressé au camphre monochloré, qui nous a donné de bien meilleurs résultats. En abandonnant, à la température de 30°, 100^{gr} de camphre monochloré, additionné de 500^{gr} d'acide sulfurique concentré, on voit se dégager lentement un mélange de gaz chlorhydrique et sulfureux et d'une certaine proportion de chlorure de méthyle; à la température ordinaire, la réaction a lieu, mais plus lentement. Le liquide sulfurique jaune rougeâtre est débarrassé des gaz par un courant d'air, puis versé dans dix fois son volume d'eau. On filtre après repos et l'on soutire à l'ébullition avec le carbonate de baryte. Le liquide filtré renferme quatre composés qu'on peut séparer de la façon suivante :

» On évapore à 500^{cc} au bain-marie, on ajoute un peu de noir lavé, on filtre, on concentre encore, et l'on met au froid à cristalliser.

» On essore les cristaux, constitués par deux composés qu'on peut isoler l'un de l'autre, par plusieurs cristallisations dans l'alcool à 70°, qui donnent finalement, par refroidissement, des cristaux purs d'un corps que nous désignerons provisoirement par A, lequel ne renferme pas de baryte. L'alcool mère renferme un corps qu'on obtient en l'évaporant à siccité, puis faisant plusieurs cristallisations dans l'eau chaude. Ce corps B est un sel barytique.

» La solution de ces deux corps se colore magnifiquement en bleu par le perchlorure de fer.

» Le liquide mère, d'où les corps A et B ont été séparés, est évaporé à siccité au bain-marie, puis repris par l'alcool à 70° bouillant, qui laisse insoluble un troisième corps C, sel barytique se colorant en violet par le perchlorure de fer. L'alcool mère évaporé lentement abandonne encore une certaine proportion du corps B. Finalement, on obtient un sirop incristallisable renfermant un quatrième composé D, qu'on obtient par précipitation avec l'alcool absolu, et dessiccation rapide dans le vide. Ce corps D, qui se distingue par son extrême solubilité dans l'eau, est encore un sel barytique, dont la solution se colore également en un bleu intense par le perchlorure de fer.

» Les corps B, C et D sont des sels barytiques formés aux dépens du carbonate de baryte, grâce aux groupements ($SO^2.OH$). Le corps A seul est un corps neutre. A l'aide de l'acide sulfurique, on met en liberté les trois premiers composés.

» Le corps A est solide; les corps B, C, D isolés du baryum sont liquides, sirupeux. Ils sont tous les quatre solubles dans l'eau et dénués de pouvoir rotatoire, propriétés exceptionnelles dans la série camphénique.

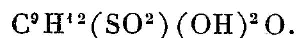
» Ils présentent tous la fonction phénolique, prouvée par la réaction avec les persels de fer, l'éthérification avec l'anhydride acétique et même les données thermiques fournies par leurs combinaisons.

» Enfin ils renferment tous du soufre à l'état sulfoconjugué, que la po-

tasse fondante seule peut enlever. Le corps A contient un groupe SO^2 neutre, les trois autres un ou plusieurs groupes ($SO^2.OH$). Le corps A est en C^9; il se forme avec départ de chlorure de méthyle que nous avons recueilli et reconnu. Ce fait très remarquable rappelle le départ de CO dans l'action de l'acide sulfurique sur l'acide camphorique. Les trois autres corps sont en C^{10}.

» Les analyses élémentaires multiples, pratiquées sur ces corps, soit à l'état libre, soit à l'état de sels barytiques, aboutissent aux formules suivantes :

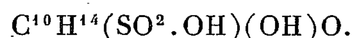
» Pour le corps A



$$C^9H^{12}(SO^2)(OH)^2O.$$

» Ce corps n'a pas d'OH acide. Il renferme deux groupements alcooliques, l'un phénolique, l'autre alcool secondaire, et le groupement acétonique du camphre, comme nous le prouverons dans une Note spéciale.

» Pour le corps B la formule est



$$C^{10}H^{14}(SO^2.OH)(OH)O.$$

» Il renferme un OH acide et un OH phénolique.

» Le corps C répond à la formule brute



$$C^{10}H^{18}(SO^2.OH)^3(OH)O^5.$$

» Nous sommes sûr pour ce corps de la formule brute, puis des trois groupements acides ($SO^2.OH$) et de un OH phénolique au moins; nous ne sommes pas encore fixé sur le nombre des OH phénoliques ou alcooliques et sur l'existence du CO acétonique. Ce corps, qui ne se produit que dans la proportion de 2 pour 100 environ, quoique constamment, n'a pu être étudié encore suffisamment.

» Le corps D, très difficile à purifier, renferme également un ou plusieurs OH phénoliques ou alcooliques et un ou plusieurs ($SO^2.OH$). Nous ne sommes pas encore fixé sur sa formule exacte.

» En résumé, l'acide sulfurique concentré, à froid, donne avec le camphre monochloré, que nous avons envisagé comme un éther chlorhydrique d'un oxycamphre qui s'écrit $C^8H^{14}\left\langle\begin{matrix}CH.OH\\ | \\ CO\end{matrix}\right.$, un ensemble de composés sulfoconjugués jouissant de la fonction phénolique. Cette formation démontre, d'une façon péremptoire, que la série térébénique renferme le

noyau benzine et n'est qu'un rameau de la série aromatique, comme l'admet depuis longtemps M. Berthelot. La formule du camphre en chaîne ouverte n'est pas admissible.

» Il est dans tous les cas très particulier de voir la fonction phénolique engendrée par fixation sur le noyau aromatique des OH de l'acide sulfurique. Le fait nous paraît absolument nouveau. »

ZOOLOGIE. — *Sur un échouement de Cachalot à l'île de Ré.* Note de MM. **Georges Pouchet** et **Beauregard.**

« Les tempêtes de la fin de décembre ont jeté à la côte ouest de l'île de Ré le corps d'un Cachalot flottant sans doute depuis longtemps sur l'Océan. Le service organisé par feu le professeur Gervais et par l'un de nous depuis plusieurs années a permis au Muséum d'être aussitôt informé de cet échouement, le deuxième sur la côte de France depuis le commencement de ce siècle. Nous nous sommes rendus à Saint-Martin-de-Ré, où M. le commissaire de l'inscription maritime, Serre, a mis au service de la Science et des intérêts du Muséum un empressement au-dessus de tout éloge.

» Nous trouvons l'animal échoué sur une grève plate. C'est un mâle presque adulte, mesurant $13^{m},20$. Il est couché sur le côté droit, la mandibule faisant avec la mâchoire supérieure un angle de $35°$ environ. Le corps est entièrement blanc par la disparition de l'épiderme et de la couche papillaire, dont on ne retrouve des traces que sur le bord de la nageoire. Le derme offre de place en place des éminences fibreuses, quelques-unes larges comme la main, évidemment d'origine pathologique. L'animal paraît, d'ailleurs, avoir succombé à la maladie.

» Aidés de deux hommes de peine et d'un cheval, nous avons pu procéder à une dissection sommaire et élucider les points suivants encore inconnus ou mal connus de l'anatomie du Cachalot.

» Une coupe transversale de la tête, à 1^{m} en arrière de l'extrémité des inter-maxillaires, laisse écouler une partie de l'huile de la *caisse*, demeurée liquide, en même temps qu'on recueille dans le voisinage des masses de *blanc* grosses deux ou trois fois comme la tête d'un homme. Les deux narines et le cartilage de la cloison sont reportés très haut, au-dessus d'une couche énorme d'un tissu adipeux de consistance crémeuse.

» Les dents de la mâchoire supérieure s'étendent à espaces réguliers de

chaque côté de la voûte palatine. Elles ne se distinguent des inférieures que par leurs dimensions moindres et l'absence d'usure. L'os cervical n'est pas soudé à la première vertèbre dorsale, contrairement à la règle ordinaire chez le mâle (peut-être en raison de l'âge du sujet). Le sternum est formé de six pièces osseuses disposées sur deux rangs (trois de chaque côté), au delà desquelles se trouve un appendice xyphoïde gros comme la moitié de la tête d'un homme, médian, cartilagineux, libre entre les cartilages sternaux obliquement insérés sur la dernière couple de sternèbres. Il y a cinq vraies côtes; leur insertion est normale, sauf pour la cinquième insérée avec la quatrième en arrière de la troisième sternèbre.

» Les os en V, incomplets sur tous les sujets décrits jusqu'à ce jour par nous-mêmes et par M. Flower, sont au nombre de 14, comme l'avait, d'ailleurs, indiqué celui-ci. Leur forme n'offre pas la gradation régulière des mêmes os chez les Balœnidés et explique la difficulté de mettre ces os en place sur le squelette quand ils ont été détachés sans précaution, et l'incertitude où l'on est souvent de les avoir au complet. Les os pubiens sont pourvus d'un rudiment de membre que nous avions déjà retrouvé chez le fœtus.

» L'orifice de communication des deux grandes dilatations pyloriques est en forme de boutonnière, large à passer le pouce. Les bords en sont minces et ne présentent aucun renflement musculaire figurant un sphincter. La seconde dilatation se continue avec le reste de l'intestin, par un orifice de 15^{cm} à 18^{cm} de diamètre, sans épaississement musculaire notable. La papille de Vater, placée à $3^{m},27$ de la seconde dilatation pylorique, a la forme d'un doigt de gant coupé à l'extrémité et faisant une saillie de 2^{cm} environ dans l'intestin. Le canal cholédoque court sur une longueur de 20^{cm} dans la paroi intestinale. Environ 15^{cm} plus haut, il présente le principal abouchement des conduits pancréatiques, en forme d'un orifice circulaire à bords arrondis, permettant aisément le passage du doigt. On pénètre par cet orifice dans une ampoule de la grosseur d'une noix où se rendent plusieurs conduits glandulaires, dont deux mesurent 1^{cm} de diamètre environ. A diverses places, autour de l'orifice principal, s'ouvrent d'autres conduits plus petits ayant le diamètre d'une plume d'oie.

» Ces parties intéressantes et le squelette ont été conservés pour le cabinet d'Anatomie. »

ZOOLOGIE. — *Le sang et la glande lymphatique des Aplysies*. Note de M. L. Cuénot, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« Le liquide sanguin pris dans le cœur des *Aplysia depilans* de grande taille (Océan) est d'un rose parfaitement net. Cette coloration est due à la présence d'un albuminoïde, précipitable par tous les réactifs employés en pareil cas, alcool, acides, sublimé; il y en a environ $0^{gr},636$ pour 100^{gr} de sang. La coloration rose n'est pas en relation avec l'absorption de l'oxygène, car elle n'augmente pas à l'air et s'accentue lorsqu'on évapore dans le vide. Le sang, concentré par le vide et chauffé, devient opalin vers 58° C., et paraît se coaguler complètement vers 70°. Enfin, lorsqu'on met du sang à dialyser ou lorsqu'on l'expose longtemps à l'air, souvent il se décompose spontanément, une partie de l'albuminoïde restant dissoute, une autre se précipitant en flocons blancs. Cet albuminoïde, bien distinct de l'hémocyanine, peut être appelé *hémorhodine*. Je ne crois pas qu'il puisse jouer un rôle dans la respiration. D'autre part, la faible quantité qui existe dans le sang, jointe à ce fait que les amibocytes ne renferment pas de produits nutritifs, permet de supposer qu'il y a un organe qui accumule les produits de réserve (foie? R. Saint-Loup).

» Le sang des *Aplysia punctata* (Méditerranée) est tout différent; il renferme environ 1,77 pour 100 d'une hémocyanine parfaitement incolore et insensible à l'action de l'air, coagulable vers 76°. Cet albuminoïde ne peut très probablement jouer aucun rôle dans l'absorption de l'oxygène; quant au point de vue nutritif, les mêmes conclusions que précédemment sont applicables à cette espèce.

» Les amibocytes sont normaux et ne renferment qu'un petit nombre de granules albuminogènes, très réfringents, jaunes ou brunâtres; je n'y ai point trouvé de produits de réserve.

» Dans mes études précédentes sur le sang et les glandes lymphatiques, je n'avais pu me faire une opinion sur les glandes productives des amibocytes, dans le groupe des Aplysies; je puis dire maintenant que c'est la *crista aortæ* qui remplit ce rôle. C'est une vaste dilatation creuse de l'aorte antérieure, lobée et incisée à la surface, ce qui donne quelque peu (surtout chez l'*Aplysia depilans*) un aspect glandulaire; comme le cœur, elle est renfermée dans le péricarde. Lorsqu'on pousse assez fortement une injection par le ventricule, on voit la *crista aortæ* se gonfler démesurément,

comme un organe érectile; puis lorsque la pression cesse, elle reprend ses dimensions normales : ses parois sont donc très élastiques. Sur les coupes (pratiquées après le passage d'un courant d'eau de mer dans la glande, pour enlever les globules sanguins), on constate qu'elle est revêtue extérieurement d'un épithélium cylindrique très net, non cilié, renfermant de petits granules jaunes, et jouant très probablement un rôle dans l'excrétion péricardique. La paroi est formée par un épais feutrage de tissu conjonctif et de fibres élastiques, anastomosées et divisées en tous sens, comprenant dans leurs mailles un nombre considérable de petits noyaux. Les fibres élastiques, divisées en petites fibrilles formant aux extrémités un réseau complexe, portent un gros noyau de 12μ environ, très clair, renfermant à peine quelques grains de chromatine; les petits noyaux, de 4μ à 5μ, présentent de nombreuses mitoses (coloration par la safranine) et sont tout à fait semblables aux noyaux des amibocytes du sang.

» Lorsqu'on examine sur le vivant un fragment de cette *crista aortæ*, préalablement lavée par un courant d'eau de mer, on distingue très bien, entre les fibres élastiques, ces amas de noyaux; un grand nombre d'entre eux sont entourés de protoplasma, émettant de courts pseudopodes et renfermant quelques granules jaunes très réfringents : ce sont évidemment des amibocytes mûrs, prêts à passer dans le courant sanguin. Nous sommes donc autorisés à attribuer à la *crista aortæ* des *Aplysia depilans* et *punctata*, malgré son apparence un peu particulière, la signification d'une glande lymphatique.

» Pour terminer, je rappellerai que, chez les autres Pleuroneurés, on trouve à la même place des formations analogues : chez la *Philine aperta*, à la pointe du cœur, une véritable glande compacte, qui a bien nettement la signification d'un organe lymphatique; chez le *Scaphander lignarius*, à la base de l'aorte antérieure, une *crista aortæ* de petite taille, que je n'ai point examinée suffisamment pour me prononcer à son sujet, mais qui a probablement le même rôle [1]. »

---

[1] Ce travail a été fait au laboratoire de Zoologie de la Faculté des Sciences de Nancy, sur des animaux provenant des stations maritimes de Roscoff et de Banyuls.

BOTANIQUE. — *Sur le mode d'union des noyaux sexuels dans l'acte de la fécondation*. Note de M. **Léon Guignard**, présentée par M. Duchartre.

« En exposant, dans une Note récente (¹), le mode de formation et de différenciation des éléments reproducteurs chez les plantes phanérogames, j'ai cru pouvoir énoncer cette conclusion que les noyaux seuls jouent le rôle essentiel dans la fécondation. On a vu, en effet, que le protoplasme spécial, qui dérive de la cellule génératrice du grain de pollen et qui accompagne le noyau mâle pendant son trajet dans le tube pollinique, ne se retrouve pas dans l'oosphère quand ce noyau y a pénétré. Tout l'intérêt se porte donc sur la façon dont le noyau mâle s'unit au noyau femelle. Un des sujets d'étude les plus intéressants à cet égard est le Lis Martagon, que je prendrai pour exemple.

» Après son passage à travers la paroi gonflée et ramollie du tube pollinique, le noyau mâle a la forme d'une petite masse très chromatique, dense, plus ou moins étirée ou ovoïde et d'apparence homogène. Il va s'accoler si rapidement au noyau de l'oosphère, qu'il est très rare de pouvoir le trouver encore à quelque distance, dans le cytoplasme de la cellule femelle.

» Quelque temps avant la fécondation, le noyau de l'oosphère se distingue déjà de ceux des synergides par son volume un peu plus gros et son contenu plus chromatique. Il conserve l'aspect d'un noyau ordinaire au repos, avec charpente chromatique à replis assez peu serrés et nucléoles multiples : aucun changement apparent ne se produit en lui avant que le noyau mâle ait lui-même revêtu peu à peu les caractères morphologiques de l'état de repos, ce qui, d'après mes expériences, demande plusieurs jours chez le Lis Martagon.

» Accolé au noyau femelle d'abord sur une faible surface, le noyau mâle grossit insensiblement ; ses éléments chromatiques deviennent distincts et prennent l'apparence d'un réticulum à nombreux replis ; en même temps, le suc nucléaire, que ce noyau tire évidemment du protoplasme de l'oosphère, apparaît à son intérieur et augmente de quantité ; un nucléole ou, plus souvent, des nucléoles multiples se montrent ensuite entre les replis des éléments chromatiques, sans toutefois acquérir, dans la plupart

(¹) *Comptes rendus*, 17 mars 1890.

des cas, le même volume que ceux du noyau femelle. Jusque-là et même après la prophase de la division, qui se manifeste simultanément dans les deux noyaux par la contraction des éléments chromatiques et la résorption des nucléoles, la membrane nucléaire commune est encore visible sur toute la surface de contact; les éléments chromatiques ne se mélangent pas de l'un à l'autre noyau. En général, dans le Lis Martagon, le volume du noyau mâle reste un peu moindre que celui du noyau femelle; mais la quantité de substance chromatique paraît égale dans chacun d'eux, et, par suite, la charpente du noyau mâle est un peu plus compacte.

» Tout en s'aplatissant l'un contre l'autre, de façon à former une masse unique en apparence, les deux noyaux sexuels restent donc distincts. Quand, au moment de la division, les segments chromatiques, en nombre égal dans chacun d'eux, se montrent libres et assez contractés, les membranes nucléaires disparaissent et les substances solubles, suc nucléaire et nucléoles, peuvent se mélanger; mais on reconnaît encore, pendant un court espace de temps, les deux groupes de segments chromatiques mâles et femelles. Puis toute distinction devient impossible, par suite des changements de position des segments qui s'orientent pour former la plaque nucléaire à l'équateur du fuseau achromatique, parallèle au grand axe de l'œuf.

» On constate alors que le nombre des segments chromatiques du noyau de l'œuf est exactement le double de celui que renfermaient, chacun de son côté, le noyau mâle et le noyau femelle. J'ai réussi à les compter, non seulement dans le Lis Martagon, où l'on en trouve 24 (il y en a 12 dans chaque noyau sexuel), mais aussi dans des espèces variées appartenant à d'autres familles. A quel moment et comment, dans l'évolution d'une plante, le nombre des segments observé chez l'embryon diminue-t-il pour se réduire finalement de moitié dans les noyaux sexuels? C'est une question qui reste à résoudre. Comme chaque segment se dédouble toujours suivant sa longueur pour fournir une moitié à chacun des nouveaux noyaux, il en résulte que ces derniers reçoivent autant d'éléments mâles que d'éléments femelles.

» Par l'ensemble des phénomènes qui se passent dans l'oosphère avant la segmentation, le Lis Martagon est la plante qui ressemble le plus à l'*Ascaris megalocephala*, étudié dans ces derniers temps par divers auteurs. La principale différence consiste dans l'accolement constant des deux noyaux sexuels, tandis que, le plus souvent, chez l'*Ascaris*, cet accolement ne se produit pas.

» Toutefois, si, dans le Lis, la fusion des cavités nucléaires est relativement tardive, elle a lieu beaucoup plus tôt dans d'autres plantes, et c'est le cas observé par M. Strasburger. Les deux noyaux sexuels forment alors une masse ovoïde ou sphérique, dans laquelle les nucléoles eux-mêmes peuvent se fusionner pour se résorber ensuite au moment de la division; mais les éléments chromatiques n'en restent pas moins distincts. Comme dans le Lis Martagon, la prophase de la division ne se manifeste qu'après un certain laps de temps, nécessaire pour que la moitié mâle du noyau, unique en apparence, puisse revêtir les caractères morphologiques de l'état de repos.

» En résumé, dans toutes les plantes que j'ai étudiées, on observe toujours un accolement des noyaux sexuels. La fusion des cavités nucléaires, qui a lieu à un moment variable, paraît nécessaire pour mettre en jeu le développement ultérieur de l'œuf. Aucune soudure ne se produit entre les segments chromatiques mâles et femelles; la copulation se réduit à un mélange de substances solubles dérivées de l'activité nucléaire, et, quel que soit le moment où elle a lieu, le noyau de l'œuf n'entre en division qu'après une métamorphose spéciale du corps reproducteur mâle. »

BOTANIQUE. — *Sur un nouveau parasite dangereux de la Vigne,* Uredo Vialæ. Note de M. G. de Lagerheim, présentée par M. Duchartre.

« On a signalé plusieurs centaines de Champignons vivant en parasites ou en saprophytes sur la Vigne cultivée; plusieurs constituent, pour les vignobles d'Europe et d'Amérique, un danger permanent. Il est remarquable qu'on n'ait connu jusqu'à présent aucune Urédinée parasite de la Vigne, et que les Champignons de ce groupe soient particulièrement rares sur les végétaux voisins, formant la famille des Ampélidées.

» Ce n'est pas pourtant qu'on ne trouve, dans la bibliographie, la mention de quelques-unes de ces plantes. M. Fischer de Waldheim a montré que le *Puccinia incarcerata* de Léveillé est une Ustilaginée qui est devenue le *Schrœteria Cissi* de Toni; l'*Uredo viticida* Daille paraît n'avoir rien de commun avec les Urédinées; l'*Uredo Vitis* von Thümen n'est pas une Urédinée : M. P. Viala, professeur à l'École nationale d'Agriculture de Montpellier, a bien voulu me communiquer le résultat de ses observations sur ce sujet; ce prétendu *Uredo* n'est pas un Champignon; le phénomène qui a donné lieu à cette erreur se manifeste fréquemment dans les vignes

plantées dans les sables du littoral méditerranéen; c'est une maladie physiologique, accidentelle et sans importance. M. Viala a examiné, dans les herbiers de Philadelphie et de Cambridge (Massachussets), les échantillons auxquels Ravenel a donné le nom d'*Uredo Vitis;* ils ne présentent pas plus de trace d'Urédinée que ceux de M. von Thümen.

» L'observation que j'ai faite au mois d'octobre dernier en a, par suite, quelque intérêt pour les botanistes, comme elle paraît en avoir pour les viticulteurs.

» J'ai observé à la Jamaïque, entre Rockfort et Kingston, des vignes cultivées en treille pour ombrager une villa. A côté de quelques pieds prospères et fructifiés, s'en trouvaient d'autres d'un aspect misérable, ne portant pas une grappe; leurs feuilles flétries étaient presque toutes marquées de taches décolorées. Cet aspect est dû à une Urédinée qui se présente sous la seule forme *Uredo*. Les pustules qu'elle détermine ne se trouvent qu'à la face inférieure des feuilles; elles sont habituellement très petites et ponctiformes; rarement elles atteignent 1^{mmq}; elles sont souvent assez nombreuses pour couvrir la plus grande partie de la surface des feuilles. Aux pustules les plus développées correspondent, sur la face supérieure, de petites taches jaunes ou brunes. Les parties de la feuille les plus attaquées gardent plus longtemps leur coloration verte que les parties saines. Les spores sont piriformes ou ovoïdes, longues de 20μ à 27μ sur 15μ à 18μ de largeur; leur membrane est mince, incolore et ornée de petites pointes serrées; le contenu des spores est rouge orangé. La masse des spores est entourée d'une couronne de paraphyses cylindriques, à parois assez minces.

» Voici la diagnose de cette espèce à laquelle je donne le nom de M. P. Viala, pour rendre hommage à ses beaux travaux sur les maladies de la Vigne :

» *Uredo Vialæ :* Soris hypophyllis, solitariis majoribus vel dense gregariis minimis, solitariis in pagina superiore foliorum maculas parvas formantibus; uredosporis pyriformibus vel ovoideis, 20μ-27μ longis, 15μ-18μ latis, membrana hyalina tenui aculeata et contentu aureo præditis, paraphysibus cylindricis curvatis incoloribus circumdatis.

» Hab. in foliis vivis *Vitis* sp. parasitica in insula Jamaica, inter Kingston et Rockfort, octob. 1889, legi ipse. »

GÉOLOGIE. — I. *Sur les séries d'éruptions du Mézenc et du Meygal (Velay)*. II. *Sur l'existence de l'œgyrine dans les phonolithes du Velay*. Note de M. **P. Termier**, présentée par M. Fouqué.

« I. Dans une précédente Communication ([1]), j'ai signalé l'existence au Mézenc d'une série éruptive composée des termes suivants :

» Labradorites augitiques à pyroxène et amphibole;

» Andésites (parfois micacées) à labrador et amphibole ;

» Phonolithes, souvent précédés d'éruptions trachytiques vitreuses ;

» Basalte des plateaux.

» Il convient d'ajouter un terme en tête de cette série. Ce terme correspond à des *trachytes* et *phonolithes inférieurs*.

» Ces roches acides s'observent à Vahille, au nord-est du Mézenc, près des sources du ruisseau de Rimande. Elles forment une nappe régulière au-dessous des labradorites et des andésites. Ce sont des trachytes phonolithiques dont les microlites d'orthose sont généralement aplatis parallèlement à g^1. Aux microlites d'orthose s'adjoignent des microlites d'oligoclase. L'augite est grisâtre, et non pas vert comme dans les phonolithes supérieurs. Le fer oxydulé est plus abondant que dans ceux-ci. La ressemblance est grande avec les phonolithes andésitiques inférieurs de l'Usclade, près de la Bourboule, découverts par M. Michel Lévy.

» La série du Mézenc devient donc la suivante :

» 1. Trachytes et phonolithes inférieurs, généralement andésitiques;

» 2. Labradorites augitiques ;

» 3. Andésites (parfois micacées) à labrador et amphibole ;

» 4. Trachytes et phonolithes supérieurs ;

» 5. Basalte des plateaux.

» Il est probable que je serai conduit, par la suite de mes recherches, à placer un *basalte inférieur*, sans doute miocène, avant les trachytes et phonolithes inférieurs, conformément aux faits déjà constatés par M. Boule.

» La série du Meygal, telle qu'elle résulte de mes travaux de 1889, est assez analogue. Elle comprend les termes suivants :

» 1. Basalte inférieur ;

» 2. Trachytes et phonolithes inférieurs ;

([1]) *Comptes rendus*, 5 décembre 1887.

» 3. Andésites (généralement micacées) à labrador et amphibole ;

» 4. Basalte à grands cristaux ;

» 5. Phonolithes supérieurs, généralement néphéliniques, parfois à ægyrine ;

» 6. Basalte des plateaux.

» La description détaillée de ces diverses roches paraîtra prochainement au *Bulletin du Service de la Carte géologique*. Je me contenterai de donner ici quelques indications générales.

» Le basalte inférieur s'observe sous le village de Queyrières. Il est plus feldspathique que la plupart des autres basaltes du pays.

» Les roches acides inférieures sont trachytiques sous Queyrières et près de Monedeyres, phonolithiques sous Raffy. Elles se distinguent des roches acides supérieures par l'abondance de l'apatite et de la hornblende ; l'augite y est grisâtre comme dans les phonolithes inférieurs du Mézenc.

» Les andésites forment un vaste épanchement, puissant d'environ 50^{m}, au voisinage de Raffy. Ce sont des roches grises ou même noires, d'une grande compacité. Elles contiennent en moyenne 50 pour 100 de silice. Les grands cristaux appartiennent à la hornblende, à l'augite, au labrador. On y voit parfois un peu d'olivine et d'anorthite. La pâte est formée de microlites d'oligoclase et d'augite, avec des plages plus ou moins étendues de mica noir englobant ces microlites. Quelques échantillons contiennent des microlites de labrador. Dans certains autres, il y a des microlites d'orthose, comme dans les andésites micacées du mont Dore.

» Le basalte à grands cristaux forme au-dessus de Raffy et de Monedeyres une nappe continue, superposée aux andésites, et sur laquelle ont coulé les phonolithes supérieurs. La roche présente une tendance marquée vers le type ophitique. La teneur en silice n'excède pas 39 pour 100.

» Les phonolithes supérieurs forment les vastes coulées du Meygal, du Lizieux et du Rand, et de nombreux dykes dans toute la région. Ils sont généralement néphéliniques, pauvres en hornblende et riches en pyroxène vert. Au Meygal même, le pyroxène est remplacé par l'ægyrine. Il n'y a pas de différence pétrographique appréciable entre la roche provenant des dykes et celle provenant des coulées.

» Le basalte des plateaux n'offre rien de particulier ; il est peu feldspathique et passe parfois à la limburgite.

» II. La plupart des phonolithes et des trachytes phonolithiques du Velay sont caractérisés par la présence, dans les deux stades de consolidation, d'un pyroxène sodique, de couleur verte, dont les propriétés optiques sont presque identiques à celles de l'augite. Ce pyroxène est doué d'un polychroïsme sensible dans les teintes suivantes :

» Brun suivant n_g;

» Vert suivant n_m ;

» Vert suivant n_p.

» M. Michel Lévy a proposé, pour ce pyroxène, le nom de *pyroxène ægyrinique*, pour rappeler sa composition et son polychroïsme.

» Nous venons d'étudier un grand nombre de phonolithes provenant des massifs éruptifs du Mézenc et du Meygal. Les roches prises au sommet même du Meygal (point coté 1438^m) et celles recueillies au point 1450^m, entre les Estables et le Signal de Rocher-Tourte, contiennent, au lieu du pyroxène ægyrinique, de la véritable ægyrine.

» Voici la description micrographique du phonolithe du Meygal :

» Apatite rare; fer oxydulé peu abondant; sphène rare; ægyrine; sanidine en cristaux souvent volumineux.

» Pâte très fluidale composée de microlites d'orthose souvent aplatis parallèlement à g^1; microlites d'oligoclase rares; microlites d'ægyrine; néphéline très abondante, en très petits cristaux.

» L'ægyrine est d'une couleur verte intense. Le polychroïsme est très sensible, conformément à la loi ci-dessous :

» Vert suivant n_p;

» Vert olive suivant n_m;

» Vert jaunâtre suivant n_g.

» Le signe de la zone d'allongement est constamment *négatif*. La biréfringence est très forte; il n'est pas douteux qu'elle dépasse celle de l'augite, mais on ne peut la mesurer exactement à cause de l'intensité de la couleur propre au minéral. L'angle 2V des axes optiques est très voisin de 90°. L'extinction est parallèle à l'allongement; l'écart entre ces deux directions ne dépasse pas 5°. Ce dernier caractère permet de distinguer à première vue le minéral en question de l'augite.

» Les cristaux anciens d'ægyrine ont des contours nets; ils ne sont point déchirés. On y observe des inclusions de fer oxydulé, d'apatite et de sphène. L'intensité de la teinte verte ne semble pas augmentée au voisinage de ces inclusions; nous n'avons pas vu d'auréoles polychroïdes.

» La néphéline abonde. Elle présente ses caractères habituels : sections hexagonales ou rectangulaires, les premières constamment éteintes, les secondes très faiblement biréfringentes. Le relief est sensible, la limpidité très grande. On observe souvent, au centre du prisme, un faisceau d'inclusions noires excessivement fines : ces inclusions ne semblent pas polychroïques comme celles de l'apatite.

» La néphéline est inégalement répartie dans la roche. Elle se concentre en paquets de très petits cristaux irrégulièrement groupés. Elle apparaît quelquefois sur les feldspaths, en lamelles extrêmement minces. Le plus souvent, elle nage dans la pâte, pêle-mêle avec les microlites.

» On sait [1] que la néphéline peut abonder au point d'être visible à l'œil nu. En général, dans les phonolithes du Velay, elle est en très faible quantité, et ne se discerne qu'aux forts grossissements.

---

[1] Bourgeois, *Bulletin de la Société de Minéralogie*, t. VI, p. 16.

» Le phonolithe à ægyrine du Meygal est exceptionnellement riche en néphéline. Celui du point 1450, près des Estables, en contient une bien moindre quantité. Le phonolithe du Bachat, au nord-ouest des Estables, est très néphélinique : il ne contient pas d'ægyrine.

» Un seul phonolithe du Velay nous a montré un peu d'haüyne ; c'est celui du Suc de Touron, au sud-est du Mézenc. M. Bourgeois (1) a également signalé ce minéral dans le phonolithe de Jacassy, près du Mézenc. »

GÉOLOGIE. — *Composition de quelques roches du nord de la France.* Note de M. **Henri Boursault.**

« Dans une Communication récente (2), M. Cayeux a montré qu'il n'était pas exact de désigner comme magnésiennes certaines parties dures et jaunes des divers étages de la craie sénonienne du nord de la France. Il y avait là, en effet, une erreur qu'il était indispensable de rectifier. Mais, n'est-ce pas à tort que l'auteur a généralisé le fait et surtout n'est-il pas trop affirmatif quand il dit que c'est le phosphate de chaux et non la magnésie qui communique à la craie jaune son aspect et sa dureté ? M. Cayeux cite un échantillon de craie dure contenant jusqu'à 60 pour 100 de phosphate de chaux ; c'est une composition exceptionnelle, je ne crois pas que l'on puisse attribuer à cet élément les propriétés contestées avec raison à la magnésie.

» Depuis plusieurs années, j'ai recherché l'acide phosphorique dans un grand nombre de craies : les unes ayant l'aspect piqué et friable de celles de Beauval ou de Ciply ; les autres dures et compactes comme le petit banc riche que l'on rencontre à Hardivillers à la base de la craie phosphatée. Or, sauf quelques exceptions, je n'en ai trouvé que de petites quantités.

» La lecture de la Note de M. Cayeux m'a donc particulièrement intéressé et m'a engagé à rechercher mes anciennes analyses et à en faire de nouvelles sur des échantillons-types que j'ai rapportés d'une course spéciale dans l'Aisne, aux environs de Dizy-le-Gros, de Boncourt et de Chivres, localités connues pour la nature tuberculeuse de la base de la craie à *Micraster cor anguinum*. Ce sont ces différents résultats que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie.

---

(1) Bourgeois, *Bulletin de la Société de Minéralogie*, t. VI, p. 17.

(2) *Comptes rendus*, t. CX, n° 6, p. 304.

» Cette craie de l'Aisne est formée de parties tuberculeuses grises ou jaunes empâtées dans une roche plus tendre et plus blanche. De nombreuses inclusions de manganèse ont moucheté la partie tendre et sont venues s'arrêter à la surface des tubercules, en les entourant d'une auréole dendritique. Au-dessous de cette roche, on exploite en certains points des rognons concrétionnés très durs, jaunes ou roux, à cassure spathique. Ces rognons sont souvent empâtés dans un sable dolomitique.

» L'analyse de ces divers échantillons m'a donné :

		Densité.	Carbonate de magnésie pour 100.	Phosphate de chaux pour 100.	Silice pour 100.
Craie grise de Chivres.	Partie dure....	2,40	0,5	0,14	1,5
	» tendre...	2,08	0,5	0,41	0,6
Craie jaune de Dizy-le-Gros.	Partie dure....	2,60	0,9	0,34	2,3
	» tendre...	2,27	traces	0,16	1,5
Concrétion de Dizy-le-Gros........		»	4,4	0,11	2,5
» Boncourt..........		»	14,4	0,16	2,3
Sable de Boncourt..............		»	19,7	0,75	9,0

» Les craies de Dizy-le-Gros et de Boncourt contiennent donc très peu de magnésie, mais le phosphate de chaux y est encore plus rare, et précisément dans les parties les plus compactes; la teneur en silice, seule, quoique faible, paraît être proportionnelle à la dureté.

» Quant aux concrétions et aux sables, ils sont franchement dolomitiques.

» Dans l'Oise, la craie de Bimont m'a semblé devoir être examinée d'une façon spéciale; elle a toujours été citée comme magnésienne, et le voisinage d'Hardivillers peut y faire soupçonner la présence du phosphate de chaux.

» Dans la masse, la roche est compacte et d'un blanc jaunâtre; vers le centre de la colline, elle devient plus jaune et plus dure et passe insensiblement à l'état de volumineux tubercules roux, analogues à ceux de Boncourt; mais ici, cette roche a un développement beaucoup plus considérable; c'est elle qui, sous le nom local de *rubis*, était regardée comme dolomitique. Le plus riche des échantillons que j'ai analysés ne contient que 1,2 pour 100 de carbonate de magnésie et les autres moins de 1 pour 100; la silice est assez constante, 1,5 à 2 pour 100; l'élément étranger le plus abondant est l'alumine, dont la teneur varie entre 3 et 4 pour 100;

quant au phosphate de chaux, je n'en ai trouvé que 0,3 pour 100 au plus. La coloration est due à un peu d'oxyde de fer.

» La craie jaune voisine est au contraire vraiment dolomitique : dans certaines parties, elle contient 11,3 pour 100 de carbonate de magnésie, et le phosphate de chaux est toujours en très faible proportion : 0,2 pour 100; la silice et l'alumine y entrent chacune pour 1,3 pour 100.

» Dans le même département, à Saint-Sulpice, près de Beauvais, il existe une couche de craie dure, jaune et cireuse, très rapprochée comme aspect de celle d'Hardivillers, mais de composition toute différente; elle ne contient que 0,75 pour 100 de phosphate de chaux, pas de magnésie et des traces de silice et d'alumine : c'est donc un carbonate de chaux presque pur.

» Au Pollet, près de Dieppe, dans une couche dure, tuberculeuse, de la base de la zone à *Micraster cor testudinarium*, c'est le phosphate de chaux qui domine comme élément étranger, mais il n'y en a que 6,9 pour 100; la magnésie manque complètement.

» La craie de Beynes, près de Paris, est très dolomitique; elle contient 14,6 pour 100 de carbonate de magnésie, 1,4 pour 100 de silice, 0,7 pour 100 d'alumine et seulement des traces de phosphate de chaux.

» J'ai étendu ces recherches à quelques roches tertiaires généralement regardées comme dolomitiques. Les sables du Soissonnais le sont en effet à Pont-Saint-Maxence et à Verneuil; ils contiennent 17,6 et 17,3 pour 100 de carbonate de magnésie. Mais les tubercules du même étage géologique connus sous le nom de *têtes de chats* n'ont pas la même composition : un échantillon provenant du mont Ganelon, près de Compiègne, ne contient pas de magnésie; c'est une concrétion formée de 45,75 pour 100 de grains de quartz roulés et réunis par un ciment calcaire.

» Il résulte donc de ces analyses que la composition chimique n'intervient pas seule pour modifier l'aspect des roches sédimentaires, et que, en particulier, la présence du phosphate de chaux ne doit pas, plus que celle de la magnésie, causer le durcissement. Les rubis de Brimont et les rognons tuberculeux de l'Aisne ont la même dureté et sont constitués par des éléments différents.

» La cause du durcissement de la craie est beaucoup plus physique que chimique; je crois donc qu'il faut être très prudent quand il s'agit de comparer des roches provenant de gisements différents et faire le plus possible d'analyses. »

PALÉONTOLOGIE. — *Résultats généraux d'une étude d'ensemble du carbonifère marin du Plateau central.* Note de M. **A. Julien**, présentée par M. Albert Gaudry.

« La formation carbonifère du Plateau central de la France est disséminée à l'état de lambeaux dans la vaste étendue comprise entre Cussy-en-Morvan au nord, Nérondes et Saint-Germain-Laval au sud, la vallée de la Saône et du Rhône à l'est et les environs d'Evaux et Chambon, dans la Creuse à l'ouest.

» Cette portion nord-est du Plateau central se laisse diviser en deux, à l'aide d'un axe qui a joué, à l'époque de la formation du terrain carbonifère, un rôle capital dans la distribution de ce terrain. C'est l'axe de dépression Digoin-Chagny, qui de nos jours encore sert d'assiette au canal du Centre et sépare le Morvan du Plateau central proprement dit.

» Partout où on l'observe, le terrain carbonifère se compose de deux termes : un terme inférieur d'origine marine, formé de schistes variés, de marbre crinoïdique, d'îlots coralliques, de quartzites, de grès et d'arkoses; et un terme supérieur, recouvrant uniformément les dépôts marins sous-jacents, formé lui-même de poudingues et de grès anthracifère, intimement liés à des porphyres contemporains et à des tufs porphyritiques.

» Chacun de ces deux termes forme-t-il un seul étage, ou peut-il être subdivisé en plusieurs? et, dans ce cas, à quels horizons du carbonifère belge, pris comme étalon, peut-on rapporter les subdivisions possibles de notre carbonifère de la France centrale?

» L'étude de plusieurs milliers de fossiles, que j'ai recueillis au cours de plusieurs années d'exploration, et la comparaison attentive avec les résultats obtenus en Belgique à l'aide des travaux considérables de M. de Koninck et de M. Édouard Dupont, m'ont permis de résoudre ces questions avec une précision absolue.

» *Assises marines.* — La partie inférieure du système, de formation marine, se subdivise en deux étages et trois assises, savoir : l'étage inférieur de Tournai (assise de Tournai) et l'étage de Visé, qui se subdivise aussi dans la France centrale en ses deux assises inférieure et supérieure, c'est-à-dire assise de Dinant et assise de Visé. L'étage intermédiaire de Waulsort fait complètement défaut. Son développement ailleurs coïncide avec

un mouvement de bascule, autour de l'axe Digoin-Chagny, qui a déplacé la mer dans nos régions, au milieu de l'époque carbonifère.

» En effet, tous les lambeaux carbonifères du Morvan sont de l'époque de Tournai. Dans la bande occidentale comprise entre Remilly et Luzy, mise en contact à l'aide d'une faille avec l'archéen de Luzy, sans intercalation aucune de dévonien, j'ai recueilli soixante-quinze espèces fossiles des plus caractéristiques.

» Exemples : *Spirifer tornacensis* de Kon., *Id. Rœmerianus* de Kon., *Chonetes variolata* d'Orb., *Productus semi-reticulatus* Mart., *Id. Flemingii* J. Sowerby, *Athyris Roissyi* Léveillé, *Orthis Michelini* Lév., *Acambona serpentina* de Kon., *Rhynchonella acutirugata* de Kon., *Retzia ulothrix* de Kon., *Porcellia Puzo* Léveillé, *Archæocidaris Nerei* Münst, *Cladochonus Michelini* M. Edw. et J. Haime, etc., etc.

» A Cussy-en-Morvan, dans le marbre crinoïdique, j'ai recueilli *Cyathophyllum Murchisoni* M. Edw. et J. H., polypier exclusivement tournaisien.

» Toute la région située dans le Plateau central, au sud de l'axe Digoin-Chagny, appartient à l'assise de Dinant de l'étage viséen. J'y ai découvert plus de 120 espèces dans les gisements tels que Propières, Létra, le Goujet (Rhône), Montmain, Nérondes, Saint-Germain-Laval, Régny, Naconne, Montagny, Combres (Loire), Thizy (Rhône), Ferrières, Cheval-Rigon (Allier), Évaux (Creuse).

» Les espèces qui caractérisent le mieux cet horizon en Belgique s'y rencontrent en abondance.

Exemples : *Productus Cora* d'Orb., *Chonetes comoides* Sow., *Id. papilionacea* Ph., *Euomphalus crotalostoma* M. Coy, *Natiria lyrata* Phill., *Scaldia Julieni* de Kon., *Palæchinus gigas* M. Coy, *Syringopora ramulosa* Goldfuss., etc., etc.

» Enfin, l'assise supérieure de Visé que j'ai découverte en 1872, à l'Ardoisière, près Vichy, renferme seule la faune célèbre de l'horizon supérieur belge, dont je rappelle ici les principaux types :

» *Productus giganteus* Mart. (de grosse taille), *Spirifer bisulcatus* Sow. (*idem*), *Nautilus sulcatus* Sow., *Posidoniella vetusta* J.-D.-C. Sow., *Archæocidaris Urii* Flem, *Palæchinus Lacazei* (nov. sp.), *Melonites Gaudryi* (nov. sp.), *Lithostrotion irregulare* Phill., *Id. junceum* M. Edw. et J. H., etc., etc.

» *Grès anthracifère*. — De cette classification des horizons marins, exclusivement appuyée sur la Paléontologie, découle comme conséquence celle du groupe continental, supérieur, ou formation du grès anthracifère, y compris les porphyres qui lui sont intimement associés.

» α. Le grès anthracifère et les porphyres bruns du Morvan sont d'âge waulsortien.

» β. Le grès du Beaujolais, du Roannais et de la Creuse, le porphyre granitoïde et ses congénères étudiés par M. Michel-Lévy, sont d'âge viséen et synchroniques de l'assise supérieure de Visé.

» γ. Le grès supérieur de l'Ardoisière est de l'époque houillère inférieure. Il est le seul représentant dans le Plateau central du Millstone-grit anglais ou de l'étage namurien des Belges.

» δ. Les vastes épanchements du porphyre quartzifère sont de l'époque houillère moyenne.

» *Double oscillation du Plateau central autour de l'axe Digoin-Chagny.* — La découverte d'une double oscillation du Plateau central, dans le cours de la période carbonifère, résulte encore de nos études paléontologiques. Le Morvan basculant autour de l'axe en question, servant de charnière, s'affaisse, et la mer le recouvre entièrement. Un mouvement inverse s'accomplit dès l'aurore de l'époque de Waulsort. Il se relève, s'émerge, et le Plateau central, situé au sud de l'axe, s'affaisse à son tour. Le mouvement est suffisamment prononcé dès le début de l'assise de Dinant, pour permettre à la mer de le recouvrir jusqu'au parallèle de Clermont-Ferrand. La durée de la période de Waulsort a été consacrée, chez nous, à l'émersion du Morvan et à la submersion du Plateau central, et l'on s'explique ainsi l'absence de cette faune dans nos régions. A la fin de la formation de l'assise de Dinant, un relèvement général met à sec le Plateau central. Toutefois la mer séjourne encore pendant la durée de l'assise de Visé, au nord du Forez, à l'Ardoisière, près de Vichy. Enfin le Plateau central, définitivement émergé, dépasse le niveau de la mer jusqu'à l'époque du trias où se dessine derechef un nouveau mouvement de descente. »

M. **Faurie** adresse une Note sur le recuit des métaux (Extrait).

« ... Il existe pour chaque métal une température A au delà de laquelle, la résistance continuant à décroître, la malléabilité n'augmente plus. Il existe également une autre température B où, la résistance par millimètre carré décroissant toujours, la malléabilité commence aussi à décroître. Enfin la différence des températures B et A paraît être une fonction des effets résiduels des recuits antérieurs. »

La séance est levée à 4 heures et demie. M. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 31 mars 1890.

Prince Roland Bonaparte. — *Le glacier de l'Aletsch et le lac de Märjelen.* Paris, G. Chamerot, 1889; br. in-4°. — *Le premier établissement des Néerlandais à Maurice.* Paris, G. Chamerot, 1890; br. in-4°. — *La Laponie et la Corse.* Genève, R. Burkhardt, 1889; br. in-8°. (Présenté par M. le baron Larrey.)

Mémoires de la Société de Physique et d'Histoire naturelle de Genève. Tome XXX, seconde Partie, 1889-1890; 1 vol. gr. in-4°.

Société d'encouragement pour l'Industrie nationale. Annuaire pour l'année 1890. Paris, G. Chamerot, 1890; 1 vol. in-18.

Bulletin de la Station agronomique de la Loire-Inférieure. Exercice 1888-1889. Nantes, L. Mellinet et Cie, 1890; br. in-8°.

L'or et la transmutation des métaux; par G. Théodore Tiffereau. Paris, H. Chacornac, 1889; 1 vol. petit in-8° carré.

Relatorio annual da estaçao agronomica de Campinas em 1889; *por* Prof. Dr. Phil. F.-W. Dafert. Sao Paulo, Seckler e Comp., 1890; br. in-4°.

Atti della Accademia Gioenia di Scienze naturali in Catania. Anno LXV, 1888-1889. Serie quarta, Volume I. Catania, C. Galatola, 1889; 1 vol. in-4°.

Castillo Negrete. — *Oradores de Mexico en el siclo* XIX. Mexico, J. Guzman y Hermanos, 1880-1889; 3 vol. in-8°.

Seventh annual report of the United States geological Survey to the Secretary *of the Interior*, 1885-1886; *by* J.-W. Powel. Washington, Government printing Office, 1888; 1 vol. in-4°.

Astronomical observations made at the observatory of Cambridge under the superintendence of J.-C, Adams. Vol. XXII, for the years 1866, 1867, 1868 and 1869. Cambridge, at the University press, 1890; 1 vol. gr. in-4°. *Appendices; by* Professor J.-C. Adams. Br. gr. in-4°.

Medical and surgical Memoirs. Containing investigations on the geographical distribution, causes, nature, relations and treatment of various diseases

(1855-1890); *by* Joseph Jones, Volume III, Part I and Part II. New Orleans, 1890; 2 vol. gr. in-8°.

Medico-Chirurgical transactions, published by the royal medical and chirurgical Society of London. Volume the seventy-second. (Second series, Volume the fifty-fourth.) London, Longmans, Green and C°, 1889; 1 vol. gr. in-8°.

Investigation of the Fur-Seal and other fisheries of Alaska. Washington, Government printing Office, 1889; 1 vol. gr. in-8°.

Proceedings of the Boston Society of natural History. Vol. XXIV, Part I and II. Boston, 1889; 2 br. gr. in-8°.

The medico-legal Journal (published under the auspices of the medico-legal Society of New-York). Vol. VII, n° 3, december 1889; 1 vol. gr. in-8°.

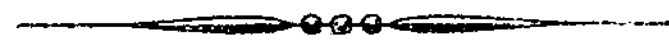
Journal of the American chemical Society. Vol. XII, n° 2, February, 1890. New-York; br. gr. in-8°.

Proceedings and transactions of the nova Scotian Institute of natural Science. Vol. VII, Part III. Halifax, N.-S.-Wm. Macnab, 1889; 1 vol. gr. in-8°.

Journal and Proceedings of the royal Society of New South Wales. Vol. XXIII, Part I, 1889. Sydney, F.-W. White; 1 vol. gr. in-8°.

Proceedings of the royal Irish Academy. Third series. Vol. I, n° 2. Dublin, published by the Academy, 1889; 1 vol. gr. in-8°.

The transactions of the royal Irish Academy. Volume XXIX, Part XII. (*The pectoral group of muscles; by* Bertram C.-A. Windle.) Dublin, published by the Academy, 1889; br. in-4°.



N° 13.

TABLE DES ARTICLES. (Séance du 31 mars 1890.)

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE

NOMINATIONS.

CORRESPONDANCE.

N° 13.

SUITE DE LA TABLE DES ARTICLES.

PARIS. — IMPRIMERIE GAUTHIER-VILLARS ET FILS,
Quai des Grands-Augustins, 55.

1890

PREMIER SEMESTRE.

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

TOME CX.

N° 14 (8 Avril 1890).

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS ET FILS, IMPRIMEURS-LIBRAIRES

DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

Quai des Grands-Augustins, 55.

1890

RÈGLEMENT RELATIF AUX COMPTES RENDUS,

ADOPTÉ DANS LES SÉANCES DES 23 JUIN 1862 ET 24 MAI 1875.

Les *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie* se composent des extraits des travaux de ses Membres et de l'analyse des Mémoires ou Notes présentés par des savants étrangers à l'Académie.

Chaque cahier ou numéro des *Comptes rendus* a 48 pages ou 6 feuilles en moyenne.

26 numéros composent un volume.

Il y a deux volumes par année.

ARTICLE 1er. — *Impression des travaux de l'Académie.*

Les extraits des Mémoires présentés par un Membre ou par un Associé étranger de l'Académie comprennent au plus 6 pages par numéro.

Un Membre de l'Académie ne peut donner aux *Comptes rendus* plus de 50 pages par année.

Les communications verbales ne sont mentionnées dans les *Comptes rendus*, qu'autant qu'une rédaction écrite par leur auteur a été remise, séance tenante, aux Secrétaires.

Les Rapports ordinaires sont soumis à la même limite que les Mémoires; mais ils ne sont pas compris dans les 50 pages accordées à chaque Membre.

Les Rapports et Instructions demandés par le Gouvernement sont imprimés en entier.

Les extraits des Mémoires lus ou communiqués par les correspondants de l'Académie comprennent au plus 4 pages par numéro.

Un Correspondant de l'Académie ne peut donner plus de 32 pages par année.

Dans les *Comptes rendus*, on ne reproduit pas les discussions verbales qui s'élèvent dans le sein de l'Académie; cependant, si les Membres qui y ont pris part désirent qu'il en soit fait mention, ils doivent rédiger, séance tenante, des Notes sommaires, dont ils donnent lecture à l'Académie avant de les remettre au Bureau. L'impression de ces Notes ne préjudicie en rien aux droits qu'ont ces Membres de lire, dans les séances suivantes, des Notes ou Mémoires sur l'objet de leur discussion.

Les Programmes des prix proposés par l'Académie sont imprimés dans les *Comptes rendus*, mais les Rapports relatifs aux prix décernés ne le sont qu'autant que l'Académie l'aura décidé.

Les Notices ou Discours prononcés en séance publique ne font pas partie des *Comptes rendus.*

ARTICLE 2. — *Impression des travaux des Savants étrangers à l'Académie.*

Les Mémoires lus ou présentés par des personnes qui ne sont pas Membres ou Correspondants de l'Académie peuvent être l'objet d'une analyse ou d'un résumé qui ne dépasse pas 3 pages.

Les Membres qui présentent ces Mémoires sont tenus de les réduire au nombre de pages requis. Le Membre qui fait la présentation est toujours nommé; mais les Secrétaires ont le droit de réduire cet Extrait autant qu'ils le jugent convenable, comme ils le font pour les articles ordinaires de la correspondance officielle de l'Académie.

ARTICLE 3.

Le *bon à tirer* de chaque Membre doit être remis à l'imprimerie le mercredi au soir, ou, au plus tard, le jeudi à 10 heures du matin; faute d'être remis à temps, le titre seul du Mémoire est inséré dans le *Compte rendu* actuel, et l'extrait est renvoyé au *Compte rendu* suivant, et mis à la fin du cahier.

ARTICLE 4. — *Planches et tirage à part.*

Les *Comptes rendus* n'ont pas de planches.

Le tirage à part des articles est aux frais des auteurs; il n'y a d'exception que pour les Rapports et les Instructions demandés par le Gouvernement.

ARTICLE 5.

Tous les six mois, la Commission administrative fait un Rapport sur la situation des *Comptes rendus* après l'impression de chaque volume.

Les Secrétaires sont chargés de l'exécution du présent Règlement.

Les Savants étrangers à l'Académie qui désirent faire présenter leurs Mémoires par MM. les Secrétaires perpétuels sont priés de les déposer au Secrétariat au plus tard le Samedi qui précède la séance, avant 5h. Autrement la présentation sera remise à la séance suivante

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU MARDI 8 AVRIL 1890,

PRÉSIDÉE PAR M. DUCHARTRE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président** se fait l'interprète des sentiments de l'Académie, en présence de la perte douloureuse qu'elle vient de faire dans la personne de M. *Edmond Hébert*, Membre de la Section de Minéralogie, décédé à Paris le 4 avril 1890. Les obsèques ont eu lieu aujourd'hui même, 8 avril.

L'Académie décide que la séance sera levée en signe de deuil, immédiatement après le dépouillement de la Correspondance.

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Sur les diverses théories de l'électricité.* Note de M. **Maurice Lévy**.

« La formule que j'ai donnée dans ma Communication du 17 mars dernier, pour représenter l'action entre deux particules électriques en mouvement, résume, au point de vue mathématique, toutes les théories de

l'électricité qui ont été proposées jusqu'ici. Il suffit, pour les obtenir, d'attribuer diverses valeurs à la constante numérique arbitraire α qui entre dans cette formule, à savoir :

» Pour $\alpha = 0$: formule de Weber et équations générales de Kirchhoff;

» Pour $\alpha = \frac{1}{2}$: équations de Maxwell;

» Pour $\alpha = 1$: formule de Riemann et théorie de F. Newmann.

» Plus généralement, si l'on remplace les deux constantes $\frac{f}{h^2}$ et α de notre formule par deux autres A et k, à l'aide des relations

$$\frac{2f}{h^2} = A, \qquad \alpha = \frac{k+1}{2},$$

on obtient les équations de Helmholtz, qui renferment, comme on sait, celles de Maxwell comme cas particulier.

» Il eût été intéressant que la théorie si profonde de Maxwell permît aussi d'expliquer le mouvement du périhélie de Mercure; mais il n'en est rien. Pour $\alpha = \frac{1}{2}$, on n'en explique que les $\frac{9}{16}$ environ, et encore cela suppose-t-il que l'on prenne, pour h, la vitesse de la lumière, comme je l'ai fait afin de rendre mes résultats comparables avec celui que M. Tisserand avait déduit de la formule de Gauss. En réalité, il faut, comme d'ailleurs l'avait fait M. Tisserand dans sa belle Communication de 1872, prendre pour h la valeur déduite des expériences de Weber, soit approximativement la vitesse de la lumière multipliée par $\sqrt{2}$, et alors tous les effets sur Mercure sont encore considérablement réduits.

» La formule de Weber n'explique plus que les $\frac{3}{16}$ environ du mouvement du périhélie; celles de Gauss et de Riemann n'en expliqueraient que les $\frac{3}{8}$; ma formule, où l'on ferait $\alpha = \frac{1}{2}$ pour cadrer avec la théorie de Maxwell, n'en expliquerait qu'un peu plus du $\frac{1}{4}$. Pour l'expliquer complètement, avec cette donnée, il faut faire, en nombre rond, $\alpha = 4$.

» Rien dans les faits connus ne s'oppose à ce qu'on adopte ce chiffre; mais rien non plus n'est de nature à le rendre particulièrement vraisemblable. »

PHYSIOLOGIE ANIMALE. — *Sur la présence normale, dans le chyle, d'un ferment destructeur du sucre.* Note de M. **R. Lépine**.

« Dans une série de Notes publiées pendant ces trois derniers mois dans le *Lyon médical*, j'ai montré que le diabète consécutif à l'ablation du pan-

créas chez le chien, diabète que MM. v. Mering et Minkowski attribuent, avec raison, je crois, à la suppression d'une *fonction* jusqu'ici inconnue du pancréas, est dû, en réalité, à l'absence dans le sang d'une quantité suffisante de ferment destructeur du glucose, provenant sans aucun doute du pancréas, et résorbé à l'état normal d'une manière plus ou moins continue. L'expérience suivante prouve que ce ferment est, pour une très grande part au moins, résorbé par la voie des lymphatiques.

» A une chienne de 16^{kg}, à l'inanition depuis plus de trente-six heures, j'enlève le pancréas à 4^h, après une légère chloroformisation, et je laisse l'animal, jusqu'à sa mort, à l'inanition absolue.

» L'urine émise dans la soirée renferme du sucre; celle de la nuit est perdue. Le lendemain matin, à 8^h, l'urine renfermait $83^{gr},3$ de sucre par litre, c'est-à-dire une quantité qu'il est assez rare de rencontrer chez l'homme, même dans les diabètes graves. A partir de ce moment, l'animal est sondé environ toutes les deux heures; dans l'urine ainsi recueillie, on dose exactement le glucose et l'urée. Voici les quantités de ces deux principes, calculées par heure :

	Par heure.		Rapport du sucre à 100 d'urée.
	Urée.	Sucre.	
	gr	gr	
De 8^h à 10^h30^m	0,425	0,833	199
De 10^h30^m à 1^h	0,750	1,666	222
De 1^h à 2^h30^m	0,946	2,222	233

» On remarquera que, dans ce cas, le diabète, très intense, avait une marche *progressive*. A 2^h30^m, j'infuse dans la jugulaire (mélangés à quelques centimètres cubes d'eau salée à 7 pour 1000, tiède et stérilisée) 18^{cc} de lymphe opalescente (chyle), recueillie par fistule du canal thoracique chez un chien qui, dans la matinée, avait bu 1^{lit} de lait. Cette injection est faite en trois ou quatre minutes. La chienne, naturellement, n'a paru éprouver aucun malaise : sa température rectale, qui était à un chiffre physiologique ($38^o,7$), est demeurée exactement à ce chiffre.

» De 2^h30^m à 3^h, il y a eu une légère diminution du sucre et de l'urée; de 3^h à 4^h, cette diminution a été beaucoup plus marquée. De 4^h à 5^h, elle a été *énorme* pour le sucre. On a en effet noté *pour une heure :*

	Urée.	Sucre.	Rapport du sucre à 100 d'urée.
De 4^h à 5^h	$0^{gr},510$	$0^{gr},125$	24

» Le lendemain matin (surlendemain de l'ablation du pancréas), la

glycosurie est redevenue intense. Le rapport du sucre à l'urée dans l'urine de la nuit est exprimé par le chiffre 125; de 8h à 10h du matin, ce chiffre est 153.

» La chienne est morte avant midi, par hémorragie.

» Dans d'autres expériences, faites avec la collaboration de M. Barral, chef des travaux chimiques de mon laboratoire, nous avons constaté que le titre d'une solution aqueuse de glucose à $\frac{1}{100}$, maintenue à 38° C., diminue en quelques heures d'une manière *très sensible*, si l'on y ajoute du chyle recueilli dans le canal thoracique d'un chien en digestion. Ces expériences, ainsi que celle qui a été relatée plus haut, prouvent que ce chyle renferme un principe destructeur du glucose (1). Comme j'ai obtenu aussi, chez un chien rendu diabétique par l'ablation du pancréas, une diminution de la glycosurie (moindre, à la vérité, que dans l'expérience cidessus) en injectant dans ses veines de la diastase du malt, il est infiniment probable que ce principe est un ferment.

» Il paraît certain que ce ferment provient du pancréas (2). J'en aurai la preuve absolue si, chez un chien diabétique, l'injection de chyle d'un animal privé de pancréas ne produit pas une diminution de la glycosurie.

» Ce ferment destructeur du sucre est-il résorbé exclusivement par les lymphatiques? Cela n'est pas certain. En faveur d'une résorption partielle par la voie de la veine-porte, on peut faire valoir que plusieurs chiens, auxquels j'avais soustrait pendant deux à trois heures le chyle s'écoulant par le canal thoracique, n'ont pas présenté de glycosurie (ni même d'hyperglycémie bien appréciable). Mais, d'autre part, il faut bien dire que, vu les communications existant entre les lymphatiques et le système sanguin, je n'ai pu dériver en dehors tout le chyle.

» Quoi qu'il en soit, il semble certain que la fonction du pancréas ne consiste pas seulement à verser dans l'intestin des ferments digestifs, mais qu'il lui incombe aussi de pourvoir l'économie d'un ferment indispensable à la destruction normale du glucose.

» Il est infiniment probable que, dans un grand nombre de cas de diabète, sinon dans tous, ce ferment fait défaut, ou est insuffisant. Tout ré-

---

(1) Grohe avait annoncé, en 1864, que le chyle renferme un ferment saccharifiant.

(2) En injectant, à un animal rendu diabétique, le liquide de macération du pancréas, on n'obtient aucun bon résultat, parce que la macération pancréatique est toujours infectée par des microbes qui produisent une septicémie chez l'animal à qui on l'injecte.

cemment, à mon instigation, M. Lannois, agrégé à la Faculté de Médecine de Lyon, ayant fait des injections sous-cutanées de pilocarpine à une jeune femme diabétique, qui ne présentait d'ailleurs aucun signe apparent de maladie du pancréas, a constaté, à la suite de chaque injection, une fort notable diminution de la glycosurie. N'est-il pas vraisemblable que le médicament a agi en stimulant les glandes pancréatique et salivaires? »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination de Commissions de prix, chargées de juger les Concours de l'année 1890.

Le dépouillement du scrutin donne les résultats suivants :

Prix Dusgate. — MM. Bouchard, Charcot, Brown-Séquard, Marey, Verneuil réunissent la majorité des suffrages. Les membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Richet et Sappey.

Prix Montyon (*Médecine et Chirurgie*). — MM. Richet, Charcot, Brown-Séquard, Bouchard, Verneuil, Marey, Larrey, Ranvier, Sappey réunissent la majorité des suffrages. Les membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Chauveau et de Quatrefages.

Prix Godard. — MM. Bouchard, Brown-Séquard, Verneuil, Richet, Larrey réunissent la majorité des suffrages. Les membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Charcot et Sappey.

Prix Lallemand. — MM. Bouchard, Charcot, Marey, Brown-Séquard, Ranvier réunissent la majorité des suffrages. Les membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. A. Milne-Edwards et Sappey.

CORRESPONDANCE.

M. **Félix Lucas** prie l'Académie de vouloir bien le comprendre parmi les candidats à la place laissée vacante, dans la Section de Mécanique, par le décès de M. Phillips.

(Renvoi à la Section de Mécanique.)

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète Brooks (19 mars 1890), faites au grand équatorial de l'observatoire de Bordeaux;* par MM. G. Rayet, L. Picart et Courty. Présentées par M. Mouchez.

Comète Brooks (19 mars 1890).

Dates 1890.	Temps moyen de Bordeaux.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parallaxe.	Position apparente.	Log. fact. parallaxe.	Étoiles.	Observ.
	h m s	h m s		° ′ ″			
Mars 30...	15.34.28,8	21.10.57,72	$\bar{1}$,618	79.46. 7,9	−0,769	*a*	G. Rayet
31...	15.23.41,4	21.11. 2,46	$\bar{1}$,623	79.18.24,9	−0,770	*b*	Courty
Avril 2...	16. 4. 1,2	21.11. 8,65	$\bar{1}$,591	78.19.45,2	−0,747	*c*	G. Rayet
3...	15.45.24,6	21.11.10,35	$\bar{1}$,606	77.50.45,6	−0,751	*d*	L. Picart

Position moyenne des étoiles de comparaison pour 1890,0.

Étoiles.	Autorités.	Ascension droite moyenne.	Réduction au jour.	Position moyenne.	Réduction au jour.
		h m s	s	° ′ ″	″
a.	½(Lalande n° 41358 — Lamont 2549)	21.12.25,07	−1,07	79.55.17,8	+12,68
b.	Weisse₁ H. XXI, 137	21. 8.54,39	−1,03	79.16. 6,7	+12,84
c.	½(Lalande n° 41461 — Lamont 2581)	21.15. 8,00	−1,01	78.19.16,4	+12,99
d.	½(Weisse₁ H. XXI, 241 — Lamont 2555)	21.12.53,35	−0,97	77.47.40,1	+13,11

ASTRONOMIE. — *Éléments et éphéméride de la comète Brooks.* Note de M. E. Viennet, présentée par M. Mouchez.

« Cette comète a été découverte le 19 mars 1890 par M. Brooks aux États-Unis.

» Les observations qui nous ont servi à calculer les éléments ci-après sont les suivantes :

Lieux.	Temps moyen de Paris.	Ascension droite.	Déclinaison.
		h m s	° ′ ″
1. Cambridge........	Mars 21,9104	21. 9.34,07	+ 6.25.30
2. Kremsmunster.....	» 26,6509	21.10.28,24	+ 8.25.14,7
3. Paris............	» 31,6767	21.11. 2,54	+10.42.21,8

Passage au périhélie..........	M = juin 1,4529	Équinoxe moyen de 1890.
Longitude du périhélie........	π = 29° 5′ 9″,7	
Longitude du nœud...........	☊ = 320° 18′ 24″,2	
Inclinaison..................	i = 120° 29′ 36″,7	
Log. distance périhélique......	q = 0,281180	

Représentation du lieu milieu : $\cos\beta\, d\lambda = +6'',2$, $d\beta = -3,9$.

Dates 1890.	12h. Temps moyen de Paris. — Ascension droite.	Déclinaison.	log Δ.	Intensité.
	h m s	° ′ ″		
Avril 12	21.10.26,3	+ 16.54. 0	0,3555	1,55
16	21. 9.24,6	+ 19.18. 4	0,3397	1,69
20	21. 7.49,8	+ 21.52.46	0,3236	1,85
24	21. 5.35,4	+ 24.38.52	0,3073	2,02
28	21. 2.33,2	+ 27.36.56	0,2910	2,20
Mai 2	20.58.32,8	+ 30.47.21	0,2749	2,39
6	20.53.20,9	+ 34.10. 6	0,2593	2,60
10	20.46.39,9	+ 37.44.35	0,2446	2,83

» L'intensité de mars 21 a été prise comme unité. »

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète Brooks (19 mars 1890), faites à l'observatoire de Paris (équatorial de la tour de l'Est)*; par Mlle **D. Klumpke.** Présentées par M. Mouchez.

Dates 1890.	Étoiles de comparaison.	Grand.	☄ — ⋆. Ascension droite.	☄ — ⋆. Déclinaison.	Nombre de comp.
	°		h m s	′ ″	
Mars 31.....	4457 BD + 10	9,4	+ 40,17	−1.51,7	16.16
Avril 1.....	4501 BD + 10	9,2	+ 6,07	+3.12,4	16.16
3.....	4590 BD + 12	8,9	−1.42,03	−2.33,9	12. 8

Positions des étoiles de comparaison.

Dates 1890.	⋆.	Ascension droite moyenne 1890,0.	Réduction au jour.	Déclinaison moyenne 1890,0.	Réduction au jour.	Autorités.
		h m s	s	° ′ ″	″	
Mars 31.	4497 BD + 10	21.10.23,01	−1,04	+10.44.11,2	−12,8	Bonn (t. VI)
Avril 1.	4501 BD + 10	21.11. 1	−1,02	+11. 8. 1	−12,9	Argelander
3.	4590 BD + 12 = 241 W1	21.12.53,42	−0,98	+12.12.21,3	−13,1	Weisse

Positions apparentes de la comète.

Dates. 1890.	Temps moyen de Paris.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parall.	Déclinaison apparente.	Log. fact. parall.
	h m s	h m s		° ′ ″	
Mars 31........	16. 1.53	21.11. 2,14	$\bar{1},569_n$	+10.42. 6,7	+0,790
Avril 1........	16. 2.46	»	$\bar{1},565_n$	»	+0,787
3........	16. 8.50	21.11.10,41	$\bar{1},556_n$	+12. 9.34,3	0,778

Remarque. — 3 avril. La comète est très affaiblie par la Lune.

SPECTROSCOPIE. — *Propriété fondamentale commune aux deux classes de spectres. Caractères distinctifs de chacune des classes. Variations périodiques à trois paramètres.* Note de M. **H. Deslandres**, présentée par M. Mouchez.

« M. Rydberg a présenté récemment (*Comptes rendus*, 1890) une étude fort intéressante sur la succession des périodes vibratoires dans les spectres de lignes. Il s'appuie sur les travaux antérieurs de MM. Lecoq de Boisbaudran, Mascart, Liveing et Dewar, Cornu et Balmer, et condense tous les faits acquis en quelques lois simples.

» De mon côté, j'ai étudié au même point de vue l'autre classe de spectres, les spectres de bandes, et j'ai posé déjà (*Comptes rendus*, 1886 et 1887) deux lois simples de répartition des raies et des bandes. Il convient de les présenter de nouveau, mais sous une forme analogue à celle adoptée par M. Rydberg pour les spectres de lignes. La comparaison entre les deux classes de spectres sera ainsi rendue facile; elle fera ressortir, d'une part une propriété fondamentale qui leur est commune, d'autre part les caractères essentiels particuliers à chacune des classes.

» *Spectres de lignes.* — Les lois de M. Rydberg s'appliquent aux corps qui constituent les trois premières familles de Mendeleef, c'est-à-dire à presque tous les métaux. Dans ces corps, les raies longues (qui sont les plus importantes, et même les seules de l'arc électrique) forment des groupements de deux ou trois raies (doublets ou triplets) qui se succèdent à intervalles régulièrement décroissants, de manière à constituer des séries ayant le même aspect pour tous les corps.

» A l'échelle des *nombres d'ondes* ou de *vibrations*, dans chaque série, les raies correspondantes des doublets ou triplets sont représentées par une fonction des nombres entiers de la forme $N = A - \frac{\alpha}{(m+p)^2}$, N étant le nombre d'ondes, A, α deux constantes, μ une constante < 1, m un nombre entier. Cette fonction a pour limite la fonction plus simple $N = A - \frac{\alpha}{m^2}$, qui, pour des valeurs convenables de A et de α, représente exactement, ainsi que Balmer l'a montré le premier, la série unique des raies simples de l'hydrogène.

» *Spectres de bandes.* — Ils ont donné lieu à moins de travaux que les précédents, car ils sont moins intenses, moins faciles à produire, et ils

exigent une très forte dispersion. J'ai étudié au moins douze spectres de bandes distincts, quelques-uns ayant plus de quarante bandes (*Comptes rendus*, 1886, 1887). Ils sont dus à des métalloïdes.

» Ils ont tout d'abord un point commun avec les spectres de lignes. Une bande quelconque, avec une dispersion suffisante, apparaît formée par des groupements semblables de une, deux, trois raies, ou même plus, qui se succèdent à intervalles régulièrement variables ([1]). De plus, toutes les bandes d'un même spectre sont semblables et formées par les mêmes groupements. Cette structure par groupements semblables est donc une propriété fondamentale commune à tous les spectres.

» Mais la distribution des groupements est ici différente. Elle est, pour une bande, représentée par la fonction $N = A + \alpha m^2$, m étant un nombre entier, A et α deux constantes. Pour des valeurs croissantes de m, les intervalles croissent (et même en progression arithmétique), alors que, dans les spectres de lignes, ils vont en décroissant.

» De plus, comme un spectre comprend en général plusieurs bandes, la loi générale de distribution doit être plus complexe. J'ai montré (*Comptes rendus*, 1887) que, à l'échelle des *nombres d'ondes*, la série complète des groupements semblables peut être représentée par une fonction de trois paramètres variables m, n, p — $N = f(n^2 p^2) \times m^2 + B n^2 + \varphi(p^2)$; m, n, p, prenant les valeurs des nombres entiers, B étant une constante, f et φ des fonctions simples dont l'étude complète n'est pas encore terminée ([2]). La fonction N est à trois paramètres; mais, dans certains spectres, elle se réduit à deux ou même à un seul.

» Cette distribution sous la dépendance de trois paramètres est un caractère bien distinctif des spectres de bandes, par rapport aux spectres de lignes, régis par un seul paramètre. Les premiers sont assimilables à une table à trois entrées, les seconds à une table à une seule entrée.

» Quant à la nature du groupement de raies semblables dont la répétition forme les spectres, elle a la même importance dans les deux classes. De même que pour les spectres métalliques, il y a des différences entre des corps de familles différentes. Ainsi le carbone offre une série de doublets

---

([1]) Les bandes de certains spectres présentent, en outre, d'autres raies, mais distribuées sans ordre apparent et faibles relativement aux premières.

([2]) L'étude de ces fonctions, longue et pénible, a dû être interrompue pendant deux ans. Les premiers résultats semblent indiquer que l'une au moins de ces fonctions se rapproche de la forme $A - \frac{\alpha}{x^2}$.

à trois paramètres, l'oxygène une série de doublets à deux paramètres, l'azote une série de triplets à trois paramètres, et une série de raies simples à trois paramètres.

» Mais l'existence dans les spectres de séries de raies à trois paramètres ne doit pas étonner. On retrouve en général trois groupes de périodes et trois paramètres dans les problèmes de variations périodiques où interviennent les trois dimensions de l'espace; les trois paramètres correspondent justement à ces trois dimensions. Ainsi dans le problème du mouvement vibratoire le plus général d'un corps solide, la théorie indique nettement un ensemble de périodes assimilable à une table à trois entrées. Aussi peut-on affirmer que les bruits, les chocs entendus à tout instant sont le plus souvent des sons complexes à trois paramètres. On ne leur a pas jusqu'à présent reconnu ce caractère, simplement parce que nos sens et les moyens actuels d'investigation en Acoustique ne permettent pas de séparer en même temps plusieurs sons pendulaires émis simultanément.

» Pour la même raison, en Acoustique, on n'a étudié que des cas simples et particuliers. On s'est borné aux instruments de musique qui correspondent au cas simple de la ligne vibrante (une seule dimension, un seul paramètre); et l'on a abordé seulement avec les membranes et les plaques le cas plus compliqué de la surface vibrante (deux dimensions, deux paramètres). Mais le cas général du volume vibrant (trois dimensions, trois paramètres) n'a pas encore été étudié par l'expérience.

» En Optique, les conditions sont plus favorables. Les puissants appareils dispersifs dont on dispose permettent de séparer en même temps toutes les composantes pendulaires d'une vibration quelconque, et de distinguer deux vibrations voisines différant de moins de $\frac{1}{100000}$ de leur nombre d'ondes (¹). Aussi a-t-on pu étudier complètement les spectres de bandes, qui sont formés de raies très nombreuses et très rapprochées. Il convient de remarquer, en terminant, que ces spectres de bandes fournissent la première constatation expérimentale des variations périodiques à trois paramètres, qui constituent assurément le cas le plus général dans la nature (²). »

(¹) Les considérations précédentes sont indépendantes de toute hypothèse sur la constitution de la matière. Mais si l'on admet l'hypothèse atomique, les atomes vibrent comme de petits corps ayant trois dimensions et une forme déterminée. Les premiers observateurs qui ont traité ces questions les assimilaient à des points matériels.

(²) Les spectres de bandes se présentent très fréquemment. Ce sont les spectres des

PHOTOGRAPHIE. — *Sur la suppression des halos dans les clichés photographiques.* Note de MM. **Paul Henry** et **Prosper Henry**, présentée par M. Lœwy.

« A propos de la Communication de M. Cornu sur les halos produits par les points brillants sur les plaques photographiques, MM. Henry font remarquer qu'ils font usage depuis longtemps d'un procédé analogue pour éviter sur leurs clichés les halos autour des étoiles brillantes.

» Ce procédé consiste à recouvrir les revers de la plaque d'une couche de collodion normal contenant en dissolution une petite quantité de chrysoïdine. Ce vernis, d'un indice de réfraction peu différent de celui du verre, supprime complètement les halos, même avec les étoiles les plus brillantes; il a aussi l'avantage de sécher très rapidement, et, en raison de sa parfaite transparence, il permet de surveiller commodément la venue de l'image. En outre, ce vernis n'a aucun effet nuisible sur le développement.

» MM. Henry ont recommandé l'emploi de ce procédé à tous les astronomes devant prendre part à la Carte photographique du Ciel. »

ÉLECTRICITÉ. — *Déperdition des deux électricités dans l'éclairement par des radiations très réfrangibles.* Note de **M. Édouard Branly**.

« Dans l'étude de l'action des radiations très réfrangibles sur les conducteurs électrisés, l'arc voltaïque a été le plus souvent la source de lumière, et c'est à son usage que se rapportent les phénomènes que MM. Hallwachs, Righi, Stoletow ont fait connaître. L'emploi d'une source lumineuse plus riche en rayons très réfrangibles m'a conduit à des résultats nouveaux.

» Dans la spirale inductrice d'une bobine de Ruhmkorff, passe un cou-

---

basses températures et des réactions chimiques ordinaires. Et encore ne les a-t-on observés jusqu'à présent que dans les régions du spectre qui exigent une température relativement élevée, dans les régions lumineuse et ultra-violette qui forment 2 octaves seulement, alors que la région calorifique comprend au moins 30 octaves. Les spectres de lignes correspondent aux températures plus élevées; lorsqu'on illumine le corps par l'électricité, le spectre de bandes ou régime à trois paramètres est remplacé par le spectre de lignes ou régime à un seul, dès que le courant producteur de l'étincelle acquiert une certaine intensité.

rant de 10 à 30 ampères; les extrémités de la spirale induite sont reliées à la fois aux deux armatures d'une batterie et aux deux branches d'un excitateur. L'ensemble de la bobine, des fils de jonction, de la batterie et de l'excitateur est enfermé dans une enveloppe métallique qui communique avec le sol. Le jeu d'un interrupteur fait éclater entre les deux pointes de l'excitateur une série d'étincelles très rapprochées. Une ouverture circulaire de 10^{mm} à 15^{mm} de diamètre laisse passer les radiations des décharges électriques; on s'assure que tout effet d'influence est éliminé à l'extérieur et que l'effet lumineux est seul efficace. Un réglage de l'interrupteur rend la lumière à peu près constante dans chacune des séries d'expériences.

» *Déperdition de l'électricité sur un disque métallique éclairé.* — Dans l'expérience de M. Hallwachs (*Wied. Annalen,* t. XXXIII), un disque métallique isolé et électrisé était relié à un électroscope ordinaire. Quand le disque était illuminé par l'arc voltaïque, les feuilles d'or de l'électroscope se rapprochaient assez rapidement si l'électrisation du disque était négative; l'illumination ne paraissait pas modifier sensiblement la déperdition si l'électrisation était positive.

» En répétant cette expérience sous la même forme, mais en éclairant le disque avec les étincelles de la batterie, la déperdition paraît aussi rapide pour l'électricité positive que pour la négative. C'est une expérience de Cours très nette quand on projette avec une lampe Drummond l'image des feuilles de l'électroscope. De fortes étincelles ramènent les feuilles au contact en moins d'une seconde. En espaçant les étincelles, deux ou trois décharges suffisent; les feuilles se rapprochent vivement à chaque décharge et s'arrêtent dans l'intervalle de deux étincelles. On fait des mesures quantitatives approchées en appliquant sur l'écran de projection un arc divisé parcouru par l'image des feuilles. Tout effet est supprimé par l'interposition d'une lame de verre, considérablement ralenti par un millimètre de quartz.

» Pour des déterminations précises, j'ai fait usage de l'électromètre de Hankel. Les deux plateaux verticaux de l'électromètre sont chargés par les deux pôles d'une pile dont le milieu va au sol. Le disque éclairé est un disque métallique, poli, de 68^{mm} de diamètre, assujetti dans une plaque d'ébonite. Une tige de laiton, vissée dans le disque métallique, est reliée par un fil de cuivre nu à quatre godets de mercure qui établissent la communication avec la feuille d'or de l'électromètre et avec l'un des pôles d'une pile. L'autre pôle de cette seconde pile se rend au sol. En passant

d'une charge positive à une charge négative, on a soin de renverser la charge des plateaux verticaux de l'électromètre, afin de maintenir dans le même sens la déviation de la feuille d'or. L'image de la feuille d'or se déplace sur les divisions d'un micromètre fixé dans l'oculaire d'un microscope de faible grossissement. Le disque métallique est placé en regard de l'ouverture percée dans la cage qui contient la batterie et l'excitateur; le côté de la cage qui fait face au disque est noirci. La feuille d'or de l'électromètre tombe pendant l'illumination et s'arrête si l'on supprime l'éclairement. Elle s'avance par saccades lorsque les étincelles de la batterie sont espacées d'une façon sensible à l'oreille. Au moment où le bord de la feuille d'or devient tangent aux divisions de 5 en 5 ou de 10 en 10, on pointe le temps sur un chronomètre.

» *Résultats*. — (Le potentiel dans la charge positive ou négative a été de 70 volts dans un certain nombre d'expériences, de 105 volts dans les autres. Dans la plupart des expériences, les pointes de l'excitateur étaient en aluminium. Leur distance a varié de $2^{mm},3$ à $2^{mm},8$.)

» Par la lumière des étincelles d'une batterie chargée par une bobine, la déperdition a lieu pour les deux électricités.

» A une petite distance de la source lumineuse (5^{cm}), les deux électricités se perdent rapidement, la négative un peu plus vite que la positive, avec des disques de zinc, aluminium, cuivre, cadmium, bismuth, soigneusement polis et sans altération visible, mais polis depuis plusieurs jours; avec le plomb, la différence de vitesse de déperdition était insensible, de même avec le plomb recouvert d'un vernis à la gomme laque. Pour ce dernier, l'égalité des vitesses de déperdition des deux électricités a été observée à des distances de 6^{cm}, 8^{cm}, 10^{cm}, 12^{cm}. La déperdition des deux électricités s'est encore nettement montrée avec un disque métallique recouvert sur sa face éclairée d'une feuille d'ébonite assez mince pour être transparente aux rayons calorifiques (la déperdition présente, dans ce cas, des particularités spéciales sur lesquelles j'aurai l'occasion de revenir).

» Le repolissage augmente dans une très grande proportion la rapidité de la déperdition de l'électricité négative; il ne paraît pas influer sur la déperdition de l'électricité positive.

» Quand la distance à la source lumineuse va en croissant (5^{cm}, 10^{cm}, 15^{cm}), le ralentissement de la déperdition est notablement plus accentué pour l'électricité positive que pour l'électricité négative.

» Le cuivre et le zinc fraîchement polis ont donné les mêmes nombres pour l'électricité négative à 120^{cm}. A des distances de 30^{cm}, 60^{cm}, 120^{cm},

avec un disque de zinc fraîchement poli, les durées de déperdition étaient pour l'électricité négative sensiblement proportionnelles aux carrés des distances.

» La déperdition est d'autant plus rapide que le potentiel est plus élevé, quelle que soit l'espèce d'électricité. Même dans les limites étroites de ces expériences, l'effet est très marqué.

» La loi de la déperdition en fonction du potentiel n'est pas la même pour les deux électricités ; la rapidité de la chute décroît plus vite avec le potentiel pour l'électricité négative que pour la positive. La proportionnalité entre les durées de chute de la feuille d'or subsiste sensiblement, pour une même électricité, et dans les mêmes intervalles de potentiel, avant et après la transmission par une plaque de quartz (quartz parallèles de 1^{mm}, 4^{mm} et 9^{mm} d'épaisseur).

» Le ralentissement dans la déperdition produit par une plaque de quartz de 1^{mm} interposée entre l'excitateur et le disque éclairé est notablement plus marqué pour l'électricité positive que pour la négative, quand le disque est peu distant de la source (5^{cm}).

» L'absorption des radiations actives augmente avec l'épaisseur du quartz interposé ; toutefois, avec des épaisseurs de 1^{mm}, 4^{mm}, 9^{mm}, elle ne varie pas beaucoup avec l'épaisseur.

» Ces premiers résultats comportent des conclusions que je tirerai après une étude faite dans des limites de potentiel plus étendues. »

CHIMIE. — *Sur l'acide phosphotrimétatungstique et les sels qui en dérivent.* Note de M. **E. Péchard** [1], présentée par M. Troost.

« Dans une précédente Communication [2], j'ai montré que l'acide phosphorique peut se combiner à 3, 4, 5 et 6 équivalents d'acide métatungstique pour donner des acides complexes. L'acide qui contient, pour 1 équivalent d'acide phosphorique, 3 équivalents d'acide métatungstique, et que j'appellerai pour cette raison *acide phosphotrimétatungstique*, n'a pas encore été étudié. Je vais exposer ici les propriétés de cet acide et des sels qui en dérivent.

» I. *Acide phosphotrimétatungstique* : $PO^5, 12TuO^3 + 42Aq$. — Cet acide se produit quand on évapore à sec, au-dessous de 100°, un mélange en pro-

(1) Travail fait au laboratoire de Chimie de l'École Normale supérieure.

(2) *Comptes rendus*, t. CIX, p. 310.

portions quelconques d'acide phosphorique et d'acide métatungstique. Si l'acide phosphorique est en excès, le mélange, repris par l'eau et soumis à l'évaporation, ne donne que de l'acide phosphotrimétatungstique. Dans le cas contraire, il se déposera d'abord des cristaux de cet acide, puis, à la fin de l'évaporation, on verra se former des cristaux d'un autre composé, qu'il est facile de distinguer du précédent par sa forme cristalline et la rapidité avec laquelle il s'effleurit : ce second composé formé est l'*acide phosphopentamétatungstique*.

» L'acide phosphotrimétatungstique se présente sous la forme de cristaux brillants qui ne s'effleurissent pas à l'air. Ces cristaux appartiennent au système triclinique, sont formés des faces *p*, *m*, *t* et présentent des clivages imparfaits suivant *pmt*.

» Ces cristaux sont solubles dans l'eau et dans l'alcool; les acides ne les détruisent pas à froid; mais à chaud, ils mettent en liberté de l'acide tungstique qui les colore en jaune.

» Cet acide se combine avec les bases pour donner des sels; mais un excès d'alcali les détruit en donnant un tungstate neutre et un phosphate. J'ai mis à profit cette réaction pour l'analyse, avant de séparer l'acide phosphorique par le réactif magnésien.

» II. *Phosphotrimétatungstates*. — Ces sels s'obtiennent en faisant agir sur l'acide les bases ou leurs carbonates. On peut encore les obtenir par la combinaison directe de l'acide métatungstique et des phosphates. Les sels qui sont le plus faciles à obtenir sont ceux qui contiennent pour 1 équivalent d'acide 2 équivalents de base. En ajoutant à l'acide 3 équivalents de base, on a un liquide qui, soumis à l'évaporation, donne un liquide sirupeux contenant des cristaux qu'il est difficile de séparer de l'eau mère.

» 1° *Phosphotrimétatungstate de soude :* $2NaO, PO^5, 12TuO^3 + 18HO$. — S'obtient très facilement par l'action de l'acide métatungstique sur le phosphate disodique. Il est isomorphe de l'acide et se présente sous forme de beaux cristaux insolubles dans l'alcool.

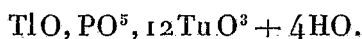
» 2° *Phosphotrimétatungstate de potasse :* $KO, PO^5, 12TuO^3 + 9HO$. — Précipité blanc obtenu en traitant le sel précédent par un sel de potasse. Ce sel est amorphe, il est insoluble dans l'eau froide et peu soluble dans l'eau chaude.

» 3° *Sel ammoniacal :* $2(AzH^4O), PO^5, 12TuO^3 + 5HO$. — Insoluble comme le précédent; s'obtient par double décomposition ou en ajoutant

de l'ammoniaque à l'acide. Un excès d'ammoniaque le détruit en donnant du paratungstate d'ammoniaque qui, peu soluble, se dépose.

» *Sels de césium et de rubidium.* — Précipités blancs obtenus en ajoutant une dissolution des chlorures de ces métaux au sel de soude décrit plus haut.

» *Sel de thallium.* — Précipité blanc laiteux obtenu en ajoutant du carbonate de thallium à l'acide. Ce précipité traverse facilement les filtres et ne peut être recueilli qu'avec difficulté. Il a pour formule :



$$\mathrm{TlO, PO^5, 12TuO^3 + 4HO.}$$

» *Sel de lithine :* $\mathrm{2LiO, PO^5, 12TuO^3 + 21HO}$. — Obtenu en traitant l'acide par du carbonate de lithium. Beaux cristaux brillants appartenant au système rhomboédrique. Il m'a été impossible d'obtenir un sel tribasique par l'action du phosphate de lithine sur l'acide métatungstique.

» *Sel de baryte :* $\mathrm{2BaO, PO^5, 12TuO^3 + 15HO}$. — S'obtient, soit en faisant agir la baryte sur l'acide, soit en dissolvant dans l'acide métatungstique du phosphate bibarytique. Dans ce dernier cas, on évapore à sec le mélange obtenu avant de le faire cristalliser, sans quoi on obtiendrait seulement du métatungstate de baryte. Beaux cristaux rhomboédriques, ayant l'apparence d'octaèdres, solubles dans l'eau et précipités en flocons blancs par l'alcool.

» *Sel de strontiane :* $\mathrm{2StO, PO^5, 12TuO^3 + 17HO}$. — Même préparation et même forme cristalline que le précédent; il est également insoluble dans l'alcool.

» *Sel de chaux :* $\mathrm{2CaO, PO^5, 12TuO^3 + 19HO}$. — Préparé par l'action du carbonate de chaux sur l'acide. Cristaux rhomboédriques qui s'effleurissent rapidement.

» *Sel de magnésie :* $\mathrm{2MgO, PO^5, 12TuO^3 + 10HO}$. — Se prépare comme le précédent. Beaux cristaux qui ne s'effleurissent pas et qui sont des rhomboèdres d'une faible biréfringence.

» *Sel de cadmium :* $\mathrm{2CdO, PO^5, 12TuO^3 + 13HO}$. — Beaux cristaux rhomboédriques, ne s'effleurissant que lentement et très solubles dans l'eau.

» *Sel de zinc :* $\mathrm{2ZnO, PO^5, 12TuO^3 + 7HO}$. — Petits cristaux efflorescents et qui appartiennent au système rhomboédrique.

» *Sel de cuivre :* $\mathrm{2CuO, PO^5, 12TuO^3 + 11HO}$. — S'obtient par l'action de l'acide sur le carbonate de cuivre. Beaux cristaux rhomboédriques couleur verte, et qui s'effleurissent rapidement en donnant une poussière blanche.

» *Sel de plomb :* $2PbO, PO^5, 12TuO^3 + 6HO$. — Précipité blanc obtenu en traitant l'acide ou le sel de soude par l'acétate de plomb. Ce sel, insoluble dans l'eau froide, se dissout dans l'eau bouillante, qui, par refroidissement, laisse déposer le sel sous forme d'une masse blanche formée de fines aiguilles.

» *Sel d'argent :* $AgO, PO^5, 12TuO^3 + 8HO$. — Précipité blanc, insoluble, obtenu en mélangeant à l'acide du carbonate d'argent en proportion convenable. La lumière ne paraît pas avoir d'action sur lui.

» *Sel mercureux.* — Se produit en ajoutant à un sel soluble du nitrate mercureux. C'est un précipité jaunâtre, insoluble dans l'acide nitrique étendu, et qui se lave facilement. Ce sel m'a permis la séparation de l'acide et des bases pour l'analyse des phosphotrimétatungstates solubles.

» On voit, par ces résultats, que les sels les plus faciles à obtenir sont ceux qui contiennent 1 ou 2 équivalents de base. Il serait intéressant de savoir s'il existe d'autres sels plus basiques et, par conséquent, de connaître la capacité de saturation de l'acide phosphotrimétatungstique. Une étude calorimétrique de cet acide donnera la solution de la question. »

CHIMIE. — *Sur un chloroplatinate nitrosé.* Note de M. M. Vèzes [1], présentée par M. Troost.

« Lorsqu'on verse un excès d'acide chlorhydrique dans une solution concentrée de platonitrite de potassium, on obtient une liqueur verte qui, chauffée légèrement, dégage d'abondantes vapeurs nitreuses et laisse déposer une poudre cristalline jaune. Cette poudre est généralement un mélange de deux corps, dont l'un ou l'autre prédomine selon les circonstances. L'un est le chloroplatinate de potassium $PtCl^4, 2KCl$, cristallisé en octaèdres réguliers, sans action sur la lumière polarisée; l'autre, dont l'aspect extérieur ne diffère pas de celui du chloroplatinate, s'en distingue, au microscope, par sa forme et son action sur la lumière polarisée; il s'en distingue aussi par ses réactions et sa composition.

» En effet, chauffé dans un tube de verre, il dégage des vapeurs nitreuses. Réduit dans un courant d'hydrogène, il fournit une quantité très appréciable d'eau et un sublimé blanc de chlorhydrate d'ammoniaque. Il contient donc de l'azote et de l'oxygène : l'analyse a, en effet, établi que sa

(1) Travail fait au laboratoire de Chimie de l'École Normale supérieure.

teneur en azote est d'environ 3 pour 100. D'autre part, les dosages du platine et du chlore montrent que, pour 1 atome de platine, il contient seulement 5 atomes de chlore, au lieu de 6 que renferme le chloroplatinate. Des dosages du potassium et de l'azote, il résulte que ce composé renferme, pour 1 atome de platine, 2 atomes de potassium et 1 d'azote. Sa composition paraît donc devoir être exprimée par la formule



$$PtCl^3(AzO), 2KCl.$$

Ce serait ainsi un chloroplatinate nitrosé, analogue au chlororuthénate nitrosé $RuCl^3(AzO), 2KCl$ décrit par M. A. Joly (*Comptes rendus*, t. CVII, p. 994). Il est d'ailleurs beaucoup moins stable que ce dernier : le contact prolongé de l'eau, surtout à chaud, le transforme en chloroplatinate.

» On voit donc que, dans certaines circonstances, et spécialement quand il s'est formé en présence de produits nitreux, le chloroplatinate de potassium peut se trouver mêlé d'une matière étrangère, d'aspect tout à fait analogue, et qu'un examen superficiel ne suffit pas à y discerner. Le dosage du platine ou du potassium dans ce chloroplatinate impur ne peut fournir aucun renseignement précis sur son degré de pureté; car les proportions de ces métaux dans le chloroplatinate et le chloroplatinate nitrosé sont à très peu près les mêmes, la substitution de $AzO = 30$ à $Cl = 35,5$ ne faisant que faiblement varier ce poids atomique considérable du chloroplatinate. On calcule en effet les proportions centésimales suivantes, en prenant pour le poids atomique du platine, soit le nombre 194,5 qui résulte des récentes recherches de Seubert, soit le nombre 198 antérieurement adopté :

	Chloroplatinate.		Chloroplatinate nitrosé.	
	Pt = 194,5	Pt = 198	Pt = 194,5	Pt = 198
Platine..........	40,05	40,47	40,50	40,93
Potassium........	16,10	15,99	16,29	16,17

» Je me propose de revenir prochainement sur ce sujet, pour mieux préciser les conditions de formation du chloroplatinate nitrosé et montrer quelle importance il présente au point de vue de la détermination du poids atomique du platine; je compte également examiner si les autres métaux de la mine de platine ne donnent pas lieu, eux aussi, à des composés analogues. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur le nitrile glycolique et la synthèse directe de l'acide glycolique.* Note de M. **Louis Henry**, présentée par M. Friedel.

« L'aldéhyde formique H^2CO est aujourd'hui un produit commercial. Je me suis hâté d'en profiter pour réaliser une idée ancienne chez moi, son addition à l'acide cyanhydrique.

» L'aldéhyde formique se combine, en effet, fort aisément et fort nettement à l'acide cyanhydrique, en formant le nitrile glycolique $CAz-CH^2(OH)$. La combinaison s'effectue entre les solutions aqueuses de ces produits, dès la température ordinaire, avec un dégagement de chaleur sensible, quoique faible. J'ai chauffé pendant quelques heures, au bain d'eau, dans des matras de Wurtz, molécules égales d'aldéhyde et d'acide : la solution d'aldéhyde était à 40 pour 100, c'est le produit commercial; la solution d'acide était à 16 pour 100. Le liquide reste parfaitement incolore. On chasse la plus grande partie de l'eau par une douce évaporation dans une capsule largement ouverte. On extrait le produit par l'éther; on en active la dessiccation en l'abandonnant pendant quelques jours, sous pression raréfiée, sur l'acide sulfurique. Le rendement de l'opération est intégral.

» Le nitrile glycolique, ainsi préparé, constitue un liquide absolument semblable à l'eau, très mobile, parfaitement incolore, sans odeur, d'une saveur étrange, douceâtre. Sa densité à 12° est 1,100. Refroidi dans le mélange de neige carbonique et d'éther à — 72°, il se congèle en cristallisant; le thermomètre remonte à — 67°. Il est très soluble dans l'eau, l'alcool et l'éther; insoluble dans le sulfure de carbone, le chloroforme et la benzine.

» Il bout sous la pression de 759^{mm} à 183°, mais en se décomposant partiellement; le produit distillé dégage une forte odeur prussique, et l'opération laisse un notable résidu charbonneux. On a trouvé dans le produit distillé 23,90 pour 100 d'azote; la formule $CAz-CH^2(OH)$ en demande 24,57 pour 100. Peut-être que, sous l'action de la chaleur, ce produit se polymérise en donnant un corps fixe.

» Après dessiccation complète sur l'acide sulfurique, il bout sans décomposition à 119°, sous la pression de 24^{mm}; il ne laisse aucun résidu, et c'est à peine si le produit distillé sent l'acide cyanhydrique.

» Le contact des alcalis et des sels à réaction alcaline altère profondément et rapidement le nitrile glycolique; un petit fragment de carbonate bipotassique le transforme après quelques heures en une masse cristalline de couleur brunâtre. Je n'ai pas encore fait l'examen de ce produit nouveau.

» L'action du chlorure d'acétyle sur le nitrile glycolique est énergique,

mais désastreuse quant à la production de l'acétate correspondant. Celle de l'anhydride acétique est nette et met bien en évidence le caractère alcool de ce corps. Quand on chauffe pendant quelques instants un mélange à molécules égales de nitrile et d'anhydride, il s'établit une réaction très violente. L'acétate $CAz-CH^2(C^2H^3O^2)$ bout à 177°; la distillation le sépare donc très aisément de l'acide acétique formé simultanément.

» L'action des acides aqueux, très vive, démontre parfaitement le caractère nitrile de ce produit. J'ai spécialement examiné l'action de l'acide chlorhydrique. On mélange le nitrile avec un peu plus que le double de son poids d'acide chlorhydrique fumant, d'environ 33 pour 100; après quelques instants de chauffe, le liquide manifeste une réaction violente et entre en pleine ébullition. Par le refroidissement, il se dépose du sel ammoniac. Le produit formé est l'acide glycolique $CH^2(-OH)-COOH$. On l'extrait aisément en mettant à profit le peu de solubilité dans l'eau, à froid, de son sel calcique, si caractéristique.

» On dissout toute la masse dans l'eau et l'on sature par du carbonate calcique. Le glycolate de calcium cristallise de la solution chaude par refroidissement. Le chlorure $CaCl^2$ reste dans les eaux mères.

» Toutes ces manipulations peuvent aisément se faire dans le cours d'une leçon. J'ai la persuasion que c'est là la véritable méthode de préparation de l'acide glycolique.

» Bien des points restent à examiner quant au nitrile $CAz-CH^2(OH)$. J'aurai l'honneur de rendre compte de mes études sous ce rapport dans une Communication ultérieure. »

M. **L. Bauré** adresse une Note relative au tracé, sur le terrain, des courbes de raccordement à arc de cercle.

La séance est levée à 3 heures et demie. J. B.

ERRATA.

(Séance du 24 mars 1890.)

Note de M. *Munier-Chalmas*. I. Sur les formations gypseuses du bassin de Paris. II. Sur les dépôts siliceux qui ont remplacé le gypse, p. 663 :

Lire partout siliceux *au lieu de* silicieux.

On souscrit à Paris, chez GAUTHIER-VILLARS ET FILS,
Quai des Grands-Augustins, n° 55.

Depuis **1835** les **COMPTES RENDUS** hebdomadaires paraissent régulièrement le *Dimanche*. Ils forment, à la fin de l'année, deux volumes in-4°. Deux Tables, l'une par ordre alphabétique de matières, l'autre par ordre alphabétique de noms d'Auteurs, terminent chaque volume. L'abonnement est annuel et part du 1er janvier.

Le prix de l'abonnement est fixé ainsi qu'il suit :

Paris : **20** fr. — Départements : **30** fr. — Union postale : **34** fr. — Autres pays : les frais de poste extraordinaires en sus.

On souscrit, dans les Départements,

	chez Messieurs :
Agen	Michel et Médan.
Alger	Gavault St-Lager. Jourdan. Ruff.
Amiens	Hecquet-Decobert.
Angers	Germain et Grassin. Lachèse et Dolbeau.
Bayonne	Jérôme.
Besançon	Jacquard.
Bordeaux	Avrard. Chaumas. Vincent. Muller (G.).
Bourges	David.
Brest	Lefournier. F. Robert. J. Robert. Ve Uzel Caroff.
Caen	Baër. Massif.
Chambéry	Perrin.
Cherbourg	Henry.
Clermont-Ferr...	Rousseau. Ribou-Collaye.
Dijon	Lamarche. Ratel. Damidot.
Douai	Lauverjat. Crépin.
Grenoble	Drevet. Gratier.
La Rochelle	Robin.
Le Havre	Bourdignon. Dombre.
Lille	Ropiteau. Lefebvre. Quarré.
Lorient	Gosse. Mme Texier.
Lyon	Beaud. Georg. Mégret. Palud. Vitte et Périssel.
Marseille	Millaud.
Montpellier	Calas. Coulet.
Moulins	Martial Place.
Nancy	Sordoillet. Grosjean-Maupin. Sidot frères.
Nantes	Loiseau. Mme Veloppé.
Nice	Barma. Visconti et Cie.
Nîmes	Thibaud.
Orléans	Luzeray.
Poitiers	Blanchier. Druineaud.
Rennes	Plihon et Hervé.
Rochefort	Boucheron-Rossignol.
Rouen	Langlois. Lestringant.
St-Étienne	Chevalier.
Toulon	Bastide. Rumèbe.
Toulouse	Gimet. Privat.
Tours	Boisselier. Péricat. Suppligeon.
Valenciennes	Giard. Lemaître.

On souscrit, à l'Étranger,

	chez Messieurs :
Amsterdam	Robbers. Feikema Caarelsen et Cie.
Athènes	Wilberg.
Barcelone	Verdaguer. Piaget.
Berlin	Asher et Cie. Calvary et Cie. Friedlander et fils. Mayer et Müller.
Berne	Schmid, Francke et Cie.
Bologne	Zanichelli et Cie.
Bruxelles	Ramlot. Mayolez. Falk.
Bucharest	Haimann. Ranisteanu.
Budapest	Kilian.
Cambridge	Deighton, Bell et Co.
Christiania	Cammermeyer.
Constantinople	Lorentz et Keil.
Copenhague	Höst et fils.
Florence	Lœscher et Seeber.
Gand	Hoste.
Gênes	Beuf.
Genève	Cherbuliez. Georg. Stapelmohr.
La Haye	Belinfante frères.
Lausanne	Benda. Payot.
Leipzig	Barth. Brockhaus. Lorentz. Max Rübe. Twietmeyer.
Liège	Brandt. Gnusé.
Londres	Dulau. Nutt.
Luxembourg	V. Bück.
Madrid	Fuentès et Capdeville. Librairie Gutenberg. Gonzalès e hijos. Yravedra. F. Fé.
Milan	Dumolard frères. Hœpli.
Moscou	Gautier.
Naples	Furcheim. Marghieri di Gius. Pellerano.
New-York	Christern. Westermann.
Odessa	Rousseau.
Oxford	Parker et Cie.
Palerme	Clausen.
Porto	Magalhaès.
Prague	Rivnac.
Rio-Janeiro	Garnier.
Rome	Bocca frères. Loescher et Cie.
Rotterdam	Kramers et fils.
Stockholm	Samson et Wallin.
St-Petersbourg	Librairie Française. Wolff.
Turin	Bocca frères. Brero. Clausen. Rosenberg et Sellier.
Varsovie	Gebethner et Wolff.
Verone	Drucker.
Vienne	Frick. Gerold et Cie.
Zürich	Meyer et Zeller.

TABLES GÉNÉRALES DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES :

Tomes **1er** à **31**. — (3 Août 1835 à 31 Décembre 1850.) Volume in-4°; 1853. Prix .... **15** fr.
Tomes **32** à **61**. — (1er Janvier 1851 à 31 Décembre 1865.) Volume in-4°; 1870. Prix .... **15** fr.
Tomes **62** à **91**. — (1er Janvier 1866 à 31 Décembre 1880.) Volume in-4°; 1889. Prix .... **15** fr.

SUPPLÉMENT AUX COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES :

Tome I : Mémoire sur quelques points de la Physiologie des Algues, par MM. A. Derbès et A.-J.-J. Solier. — Mémoire sur le Calcul des Perturbations qu'éprouvent les Comètes, par M. Hansen. — Mémoire sur le Pancréas et sur le rôle du suc pancréatique dans les phénomènes digestifs, particulièrement dans la digestion des matières grasses, par M. Claude Bernard. Volume in-4°, avec 32 planches; 1856 .... **15** fr.

Tome II : Mémoire sur les vers intestinaux, par M. P.-J. Van Beneden. — Essai d'une réponse à la question de Prix proposée en 1850 par l'Académie des Sciences pour le concours de 1853, et puis remise pour celui de 1856, savoir : « Étudier les lois de la distribution des corps organisés fossiles dans les différents terrains sédimentaires, suivant l'ordre de leur superposition. — Discuter la question de leur apparition ou de leur disparition successive ou simultanée. — Rechercher la nature des rapports qui existent entre l'état actuel du règne organique et ses états antérieurs », par M. le Professeur Bronn. In-4°, avec 27 planches; 1861... **15 fr.**

A la même Librairie les **Mémoires de l'Académie des Sciences**, et les **Mémoires présentés par divers Savants à l'Académie des Sciences.**

N° 14.

TABLE DES ARTICLES. (Séance du 8 avril 1890.)

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

NOMINATIONS.

CORRESPONDANCE.

PARIS. — IMPRIMERIE GAUTHIER-VILLARS ET FILS,
Quai des Grands-Augustins, 55.

1890

PREMIER SEMESTRE.

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

TOME CX.

N° 15 (14 Avril 1890).

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS ET FILS, IMPRIMEURS-LIBRAIRES

DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

Quai des Grands-Augustins, 55.

1890

RÈGLEMENT RELATIF AUX COMPTES RENDUS,

ADOPTÉ DANS LES SÉANCES DES 23 JUIN 1862 ET 24 MAI 1875.

Les *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie* se composent des extraits des travaux de ses Membres et de l'analyse des Mémoires ou Notes présentés par des savants étrangers à l'Académie.

Chaque cahier ou numéro des *Comptes rendus* a 48 pages ou 6 feuilles en moyenne.

26 numéros composent un volume.

Il y a deux volumes par année.

ARTICLE 1er. — *Impression des travaux de l'Académie.*

Les extraits des Mémoires présentés par un Membre ou par un Associé étranger de l'Académie comprennent au plus 6 pages par numéro.

Un Membre de l'Académie ne peut donner aux *Comptes rendus* plus de 50 pages par année.

Les communications verbales ne sont mentionnées dans les *Comptes rendus*, qu'autant qu'une rédaction écrite par leur auteur a été remise, séance tenante, aux Secrétaires.

Les Rapports ordinaires sont soumis à la même limite que les Mémoires; mais ils ne sont pas compris dans les 50 pages accordées à chaque Membre.

Les Rapports et Instructions demandés par le Gouvernement sont imprimés en entier.

Les extraits des Mémoires lus ou communiqués par les correspondants de l'Académie comprennent au plus 4 pages par numéro.

Un Correspondant de l'Académie ne peut donner plus de 32 pages par année.

Dans les *Comptes rendus*, on ne reproduit pas les discussions verbales qui s'élèvent dans le sein de l'Académie; cependant, si les Membres qui y ont pris part désirent qu'il en soit fait mention, ils doivent rédiger, séance tenante, des Notes sommaires, dont ils donnent lecture à l'Académie avant de les remettre au Bureau. L'impression de ces Notes ne préjudicie en rien aux droits qu'ont ces Membres de lire, dans les séances suivantes, des Notes ou Mémoires sur l'objet de leur discussion.

Les Programmes des prix proposés par l'Académie sont imprimés dans les *Comptes rendus*, mais les Rapports relatifs aux prix décernés ne le sont qu'autant que l'Académie l'aura décidé.

Les Notices ou Discours prononcés en séance publique ne font pas partie des *Comptes rendus*.

ARTICLE 2. — *Impression des travaux des Savants étrangers à l'Académie.*

Les Mémoires lus ou présentés par des personnes qui ne sont pas Membres ou Correspondants de l'Académie peuvent être l'objet d'une analyse ou d'un résumé qui ne dépasse pas 3 pages.

Les Membres qui présentent ces Mémoires sont tenus de les réduire au nombre de pages requis. Le Membre qui fait la présentation est toujours nommé; mais les Secrétaires ont le droit de réduire cet Extrait autant qu'ils le jugent convenable, comme ils le font pour les articles ordinaires de la correspondance officielle de l'Académie.

ARTICLE 3.

Le *bon à tirer* de chaque Membre doit être remis à l'imprimerie le mercredi au soir, ou, au plus tard, le jeudi à 10 heures du matin; faute d'être remis à temps, le titre seul du Mémoire est inséré dans le *Compte rendu* actuel, et l'extrait est renvoyé au *Compte rendu* suivant, et mis à la fin du cahier.

ARTICLE 4. — *Planches et tirage à part.*

Les *Comptes rendus* n'ont pas de planches.

Le tirage à part des articles est aux frais des auteurs; il n'y a d'exception que pour les Rapports et les Instructions demandés par le Gouvernement.

ARTICLE 5.

Tous les six mois, la Commission administrative fait un Rapport sur la situation des *Comptes rendus* après l'impression de chaque volume.

Les Secrétaires sont chargés de l'exécution du présent Règlement.

Les Savants étrangers à l'Académie qui désirent faire présenter leurs Mémoires par MM. les Secrétaires perpétuels sont priés de les déposer au Secrétariat au plus tard le Samedi qui précède la séance, avant 5h. Autrement la présentation sera remise à la séance suivante

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 14 AVRIL 1890,

PRÉSIDENCE DE M. HERMITE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. J. Bertrand fait hommage à l'Académie, pour la Bibliothèque de l'Institut, d'un exemplaire de ses « Éloges académiques » qu'il vient de publier.

M. Agardh, Correspondant de l'Institut, fait hommage à l'Académie, par l'entremise de M. Bornet, d'un important Ouvrage qu'il vient de publier sous le titre de *Species Sargassorum Australiæ descriptæ et dispositæ*.

ASTRONOMIE. — *Sur la théorie du système optique formé par une lunette et un miroir plan mobile autour d'un axe;* par MM. Lœwy et Puiseux.

« Dans une série de Notes présentées à l'Académie, M. Lœwy a établi les bases de méthodes nouvelles propres à faire connaître avec exactitude

les constantes fondamentales de l'aberration et de la réfraction. L'application de ces méthodes exige l'emploi d'un double miroir plan, taillé dans un bloc de verre unique, en forme de prisme, et disposé pour faire voir simultanément dans une lunette l'image de deux astres. Pour conduire à une évaluation rigoureuse des distances, cet appareil doit être mobile autour d'un axe normal à l'intersection des deux faces du prisme, également incliné sur ces deux faces et dirigé parallèlement à l'axe optique de la lunette. Il faut de plus qu'au moment de l'observation la lunette vise le point milieu de l'arc de grand cercle qui joint les deux étoiles, et que la droite d'intersection des deux faces du prisme soit normale au plan de ce grand cercle. En réalité, il suffit pour l'exactitude des mesures que toutes ces conditions soient remplies avec un degré d'approximation qu'il est facile d'atteindre dans la pratique. Dans son Mémoire sur la réfraction, M. Lœwy a démontré que les distances mesurées sont indépendantes du mouvement diurne, des erreurs de l'instrument, de l'installation du prisme et des petits mouvements que l'appareil peut éprouver quand on passe d'une position à l'autre. On trouvera cette démonstration, étendue et précisée, dans un Mémoire destiné aux *Annales de l'Observatoire*. Nous avons d'ailleurs effectué plusieurs séries pour l'étude de la réfraction aussi bien que pour celle de l'aberration. L'ensemble de ces premiers résultats réalise sur tous les points les prévisions de la théorie et confirme d'une manière complète les espérances fondées sur les nouveaux procédés pour la détermination de ces deux constantes fondamentales de l'Astronomie.

» Il résulte de ce qui précède que l'on pourrait se contenter d'une installation grossièrement approchée de l'appareil sans que l'exactitude des mesures en fût affectée. Mais, en pratique, si l'on veut tirer de la méthode tout le parti possible, l'établissement du prisme doit être assez parfait pour que l'on puisse amener dans le champ, sans difficultés ni tâtonnements, les couples d'étoiles que l'on désire observer. Il importe aussi que l'on puisse se mettre, d'une manière sûre et rapide, dans les conditions normales d'observation. En étudiant la question à ce point de vue, nous nous sommes trouvés amenés à résoudre un problème préliminaire qui offre un intérêt considérable pour l'Astronomie : *Déterminer les coordonnées exactes d'un astre vu à l'aide d'une lunette et d'un miroir plan installé devant l'objectif.*

» Pour que le problème ainsi posé soit susceptible d'applications utiles, il faut que le miroir soit mobile autour d'un axe à peu près parallèle à l'axe optique de l'instrument. Plusieurs fois déjà on a proposé l'emploi d'un appareil de ce genre pour les observations méridiennes. Une lunette fixe, dirigée perpendiculairement au méridien et munie d'un miroir incliné à 45°

sur son axe optique, constitue un instrument méridien exempt de toute flexion. Adapté sur une lunette méridienne ordinaire, un pareil miroir permet d'explorer le ciel tout entier. Il resterait, il est vrai, à connaître, dans le premier cas, la forme du tourillon, dans le second la flexion propre du miroir; mais ces éléments peuvent être déterminés par l'emploi d'un collimateur, ainsi que nous l'avons expliqué dans notre Mémoire sur la théorie de l'équatorial coudé. Le même artifice, appliqué à un miroir monté sur un équatorial droit, suppléerait au défaut d'une théorie géométrique de la flexion, qu'il semble difficile d'établir sur une base solide. Nous nous sommes placés, pour établir nos formules, dans le cas général d'une lunette montée équatorialement. Sans doute, un pareil système ne se prête pas à une détermination exacte des coordonnées absolues des étoiles; mais on pourrait l'utiliser avantageusement pour des recherches qui n'exigent pas une précision aussi grande. D'ailleurs, les formules obtenues s'appliquent aisément au cas particulier très important des observations méridiennes. Enfin nous en déduirons des règles simples et précises pour l'installation du double miroir destiné à la mesure des distances, ce qui a été l'occasion et le but principal de notre travail. Imaginons d'abord que la lunette soit exempte de tout défaut de construction ou d'orientation. On déduira des lectures des cercles les coordonnées exactes $\mathcal{A}_i, \mathcal{D}_i$ du point I visé directement par l'axe optique. Admettons, de plus, que l'axe de rotation du miroir coïncide exactement avec l'axe optique et que l'on connaisse les deux éléments nécessaires pour fixer la situation relative du miroir, savoir :

» 1° L'angle aigu α que fait la surface avec l'axe de rotation;

» 2° L'angle p que font entre eux deux plans définis, le premier par l'axe de rotation et la normale à la surface, le second par l'axe de rotation et le pôle P de l'instrument.

» L'angle dièdre ainsi défini sera mesuré sur la sphère céleste par l'angle de deux grands cercles. Suivant l'usage adopté pour les angles de position, on conviendra de compter cet angle de 0° à 360°, du nord vers l'est, à partir du grand cercle qui joint le point directement visé par la lunette au pôle boréal de l'instrument.

» Si l'on se donne les coordonnées du point I visé directement par la lunette, les coordonnées du point E, vu par réflexion, s'obtiendront par la résolution du triangle PIE, où l'on connaîtra les côtés PI, IE et l'angle compris I. Dans la pratique, on adoptera pour l'ascension droite et la déclinaison du point I les valeurs $\mathcal{A}_i$, $\mathcal{D}_i$ qui résultent des lectures faites sur les cercles, et pour l'angle p la lecture faite sur le cercle de position du miroir. Ces données seront sujettes à certaines erreurs, en raison des dé-

fauts d'orientation ou de construction qui peuvent affecter la lunette ou le miroir, et il en sera de même des valeurs $\mathcal{A}_i^r$, $\mathcal{D}_i^r$ des coordonnées du point E, déduites des précédentes par la résolution du triangle sphérique.

» Quand on se propose d'observer une étoile connue, on doit résoudre le même triangle PIE en y supposant connus les deux côtés PE, IE et l'angle PIE opposé au premier. On déterminera ainsi les coordonnées du point I sur lequel doit être dirigée la lunette. Les observations ainsi faites donnent lieu à deux problèmes distincts :

» 1° *Connaissant les constantes de la lunette et celle du miroir, déterminer les coordonnées d'un astre vu dans la lunette, après réflexion sur le miroir, et observé au centre du champ.*

» 2° *En supposant données les constantes de la lunette, déterminer, par des observations systématiques d'étoiles connues, les constantes qui servent à définir la situation relative du miroir.*

» Nous développerons les formules qui répondent à la première question, et qui renferment implicitement la solution de la seconde. Sans entrer dans le détail des raisonnements géométriques qui nous ont permis d'écrire ces formules, nous croyons devoir, pour les rendre plus claires, préciser la définition des constantes de la lunette et du miroir.

» Ainsi l'on dira que la lunette est dans la position directe quand l'ascension droite du point où l'axe de déclinaison, prolongé vers la lunette, rencontre la sphère céleste est moindre de six heures que celle du point visé par l'instrument.

» La lunette sera dans la position inverse quand l'ascension droite du point visé par l'axe de déclinaison, prolongé vers la lunette, surpassera de six heures celle du point visé par l'instrument. On appellera

m l'angle horaire changé de signe du point directement visé par l'axe optique idéal quand le cercle d'ascension droite marque 0°;

I la déclinaison du point directement visé par l'axe optique idéal, dans la position directe, quand le cercle de déclinaison marque 0°;

λ la projection sur le méridien de l'arc qui joint le pôle boréal de la sphère céleste au pôle de l'instrument, la direction positive étant celle qui va du pôle vrai à l'horizon nord;

n la projection du même arc sur le cercle horaire perpendiculaire au méridien, la direction positive étant celle de l'est;

$90° - b$ l'angle que fait l'axe de déclinaison, prolongé du côté du cercle, avec l'axe horaire prolongé vers le pôle nord;

$90° + c$ l'angle que fait avec l'axe de déclinaison, prolongé vers le cercle,

l'axe optique réel prolongé vers l'objectif, et projeté sur le plan de l'axe optique idéal et de l'axe de déclinaison.

» Voici, d'autre part, les éléments qu'il convient d'adopter pour fixer la situation relative du miroir : soit O le point de la sphère céleste directement visé par l'axe optique idéal. Par ce point, imaginons deux axes, l'un Ox dirigé vers le pôle boréal de l'instrument, l'autre Oy dirigé perpendiculairement au premier, en sens inverse du mouvement diurne.

» Soit maintenant A le point où l'axe de rotation du prisme rencontre la sphère céleste. Les distances angulaires du point A aux axes Ox, Oy qui viennent d'être définis seront appelées respectivement R, R'. Ces coordonnées gardent des valeurs constantes pour tous les mouvements imprimés à la lunette ou au miroir. Il en sera de même de l'angle aigu α que fait la surface réfléchissante avec l'axe de rotation.

» Il reste à définir l'origine des angles de position, dans l'hypothèse où l'axe optique et l'axe de rotation ne coïncident pas.

» Imaginons le plan mené par l'axe de rotation perpendiculairement à la surface réfléchissante. Ce plan a pour trace sur la sphère céleste un grand cercle tournant autour du point A. Dans le mouvement du miroir, il se présente deux positions où ce grand cercle devient perpendiculaire au grand cercle AB, mené lui-même normalement au grand cercle Ox qui contient l'axe optique et le pôle de l'instrument. A ces deux positions répondent deux lectures qui diffèrent de 180° s'il n'y a pas d'erreur d'excentricité, ce que nous supposerons par la suite. A l'aide d'une première série d'observations, on effectue un réglage préalable, de telle sorte que l'une des lectures soit voisine de 0°. Nous appellerons i cette lecture, et nous supposerons qu'à ce moment le point du ciel dont le miroir réfléchit l'image suivant l'axe optique est situé du côté du pôle boréal par rapport au point visé directement.

» Nous admettrons aussi que le sens des divisions est tel, qu'elles aillent en croissant lorsque, pour un observateur placé à l'oculaire de la lunette, le miroir semble tourner en sens inverse des aiguilles d'une montre.

» Enfin, désignons par $\mathcal{A}_i$, $\mathcal{D}_i$, h_i l'ascension droite, la déclinaison et l'angle horaire du point directement visé ; par $\mathcal{A}_\nu$, $\mathcal{D}_\nu$, h_ν les quantités correspondantes pour le point vu par réflexion. Il suffira, dans les termes qui contiennent en facteur les constantes de l'instrument, de remplacer ces coordonnées par leurs valeurs approchées, déduites des lectures du cercle ou de la résolution du triangle.

» p représentera la lecture faite sur le cercle de position, p' la valeur de

l'angle en E dans le triangle PIE, telle qu'on l'obtient en résolvant ce triangle avec les données instrumentales. L'angle p', aussi bien que l'angle p, est considéré comme pouvant varier de 0° à 360°, et se compte dans le même sens à partir du cercle horaire. On trouvera ainsi :

$$\begin{aligned}
\mathcal{A}_v = \mathcal{A}_i^v + m + [\pm \mathrm{I} \sin(h_i - h_v) + n \cos h_v - \lambda \sin h_v \pm b \cos(h_i - h_v)] \operatorname{tang} \mathcal{D}_v \\
\pm c \cos \mathcal{D}_i [1 + \operatorname{tang} \mathcal{D}_i \operatorname{tang} \mathcal{D}_v \cos(h_i - h_v)] \\
\mp 2\mathrm{R}[(\cos p \sin p' + \sin p \cos p' \sin^2 \alpha) \\
+ \mathrm{R}'(\sin p \sin p' - \cos p \cos p' \sin^2 \alpha) \mp \frac{i}{2} \sin 2\alpha \cos p'] \operatorname{séc} \mathcal{D}_v,
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\mathcal{D}_v = \mathcal{D}_i^v \pm \mathrm{I} \cos(h_i - h_v) + n \sin h_v + \lambda \cos h_v \pm b \sin(h_v - h_i) - c \sin \mathcal{D}_i \sin(h_i - h_v) \\
\mp 2[\mathrm{R}(\cos p \cos p' - \sin p \sin p' \sin^2 \alpha) \\
+ \mathrm{R}'(\sin p \cos p' + \cos p \sin p' \sin^2 \alpha) \pm \frac{i}{2} \sin 2\alpha \sin p'].
\end{aligned}$$

» On prendra le signe supérieur ou inférieur suivant que la lunette sera dans la position directe ou inverse.

» Si le miroir est adapté sur une lunette méridienne ordinaire, on devra, dans les formules qui précèdent, supposer $h_i = 0$. Pour une lunette installée à demeure fixe, perpendiculairement au méridien et munie d'un miroir incliné à 45° sur l'axe, on devrait faire $h_i = \pm 90°$, $h_v = 0$.

» Les formules qui précèdent ne sont susceptibles d'applications pratiques que si l'on a déterminé les constantes de la lunette et celles du prisme. Dans un Mémoire antérieur, nous avons exposé les méthodes qui peuvent être utilisées pour l'étude de l'instrument. Il s'agit maintenant de trouver les quantités R, R', α et i relatives au miroir. On y arrivera en appliquant les formules précédentes à des étoiles fondamentales, vues par réflexion au centre du champ. $\mathcal{A}_v$ et $\mathcal{D}_v$ deviennent alors des grandeurs connues, R, R', α et i des quantités à déterminer.

» Il y a tout avantage à se placer dans deux cas particuliers qui conduisent à une simplification notable des formules et sont, en même temps, les plus favorables pour le calcul exact des inconnues. Le premier cas est celui où l'on amène le miroir aux lectures 0° ou 180°, ce qui revient à faire coïncider approximativement le plan de réflexion avec le cercle horaire du point visé. On doit dès lors égaliser les valeurs de $\mathcal{A}_i^v = \mathcal{A}_i$, $\mathcal{D}_i^v = \mathcal{D}_i \pm 2\alpha$, $h_i = h_v$, et la résolution du triangle sphérique se trouve entièrement évitée.

» Le second cas est celui où l'on amène le prisme aux lectures 90° ou 270°. La résolution du triangle PIE se trouve alors ramenée à celle d'un triangle rectangle. Si, de plus, l'étoile fondamentale choisie est très près de l'équateur, on aura $\mathcal{A}_i^v = \mathcal{A}_i \pm 2\alpha$, $\mathcal{D}_i^v = \mathcal{D}_i \cos 2\alpha$.

» On est ainsi conduit à former le Tableau suivant :

» *a*. Prisme à 0° :

$$(1)\qquad \left\{\begin{aligned} \mathcal{A}_v &= \mathcal{A}_i + m + (n\cos h_i - \lambda \sin h_i \pm b)\operatorname{tang}\mathcal{D}_v \\ &\quad \pm c\cos 2\alpha \operatorname{séc}\mathcal{D}_v \mp 2\left(R'\sin^2\alpha \pm \frac{i}{2}\sin 2\alpha\right)\operatorname{séc}\mathcal{D}_v, \end{aligned}\right.$$

$$(2)\qquad \mathcal{D}_v = \mathcal{D}_i \pm 2\alpha \pm I + n\sin h_i + \lambda\cos h_i \pm 2R.$$

» *b*. Prisme à 180° :

$$(3)\qquad \left\{\begin{aligned} \mathcal{A}_v &= \mathcal{A}_i + m + (n\cos h_i - \lambda \sin h_i \pm b)\operatorname{tang}\mathcal{D}_v \\ &\quad \pm c\cos 2\alpha \operatorname{séc}\mathcal{D}_v \mp 2\left(R'\sin^2\alpha \mp \frac{i}{2}\sin 2\alpha\right)\operatorname{séc}\mathcal{D}_v, \end{aligned}\right.$$

$$(4)\qquad \mathcal{D}_v = \mathcal{D}_i \mp 2\alpha \pm I + n\sin h_i + \lambda\cos h_i \pm 2R.$$

» *c*. Prisme à 90°, étoile dans l'équateur :

$$(5)\qquad \mathcal{A}_v = \mathcal{A}_i \pm 2\alpha + m \pm c \pm 2R',$$

$$(6)\qquad \left\{\begin{aligned} \mathcal{D}_v &= \mathcal{D}_i\cos 2\alpha \pm I\cos 2\alpha + n\sin h_i \\ &\quad + \lambda\cos h_i \mp b\sin 2\alpha \mp 2R\sin^2\alpha + i\sin 2\alpha. \end{aligned}\right.$$

» *d*. Prisme à 270°, étoile dans l'équateur :

$$(7)\qquad \mathcal{A}_v = \mathcal{A}_i \mp 2\alpha + m \pm c \pm 2R',$$

$$(8)\qquad \left\{\begin{aligned} \mathcal{D}_v &= \mathcal{D}_i\cos 2\alpha \pm I\cos 2\alpha + n\sin h_i \\ &\quad + \lambda\cos h_i \pm b\sin 2\alpha \mp 2R\sin^2\alpha - i\sin 2\alpha. \end{aligned}\right.$$

» Les erreurs instrumentales de la lunette étant supposées connues, on calculera aisément :

» Par les équations (1) et (3), $R'\sin^2\alpha + \frac{i}{2}\sin 2\alpha$ et $R'\sin^2\alpha - \frac{i}{2}\sin 2\alpha$;

» Par les équations (2) et (4) : $\alpha + R$ et $\alpha - R$;

» Par les équations (5) et (7) : $\alpha + R'$ et $\alpha - R'$;

» Par les équations (6) et (8) : $R\sin^2\alpha - \frac{i}{2}\sin 2\alpha$ et $R\sin^2\alpha + \frac{i}{2}\sin 2\alpha$.

» On voit que les quatre constantes α, R, R' et i, qui font connaître la position relative du miroir, peuvent être obtenues chacune de deux manières différentes : α et i s'obtiennent à volonté par les ascensions droites ou par les déclinaisons; R se trouve par les déclinaisons seules, R' par les ascensions droites seules. »

ANATOMIE GÉNÉRALE. — *Sur les éléments anatomiques de la sérosité péritonéale;* par M. L. **Ranvier.**

« Mes recherches ont porté d'abord sur la sérosité péritonéale du lapin domestique, du rat (*Mus decumanus*) et du chat. J'ai recueilli ce liquide avec les précautions nécessaires pour éviter tout mélange avec les autres humeurs de l'organisme. Ces précautions, je vais les indiquer de suite.

» L'animal est sacrifié par décapitation; puis, les muscles et les aponévroses de la paroi abdominale étant mis à nu, on les divise avec un couteau chauffé au rouge. La cavité du péritoine est ainsi ouverte sans qu'il puisse s'y produire d'épanchement accidentel de lymphe ou de sang. La sérosité péritonéale est recueillie avec une pipette de verre à extrémité mousse préalablement flambée, et l'on en fait des préparations dans des cellules de verre également flambées. Ces préparations sont fermées par une bordure de paraffine que l'on étend avec un fer chaud. Il est utile, pour certaines expériences dont je parlerai plus loin, que la sérosité ne remplisse pas la cellule de verre et qu'il reste emprisonné avec elle une petite provision d'air.

» Le liquide péritonéal, mis ainsi en cellule ou déposé dans un vase de verre, se coagule à la façon de la lymphe et du sang, au bout d'un temps variable. Ce temps est généralement plus court chez le lapin que chez le chat et le rat; il y a de grandes différences individuelles.

» L'examen microscopique des préparations conduit à y reconnaître la présence de globules rouges du sang (hématies). Quelles que soient les précautions prises, ces globules s'y montrent toujours. On doit donc les considérer comme des éléments normaux, physiologiques, non accidentels, de la sérosité péritonéale.

» Les autres éléments qu'on y observe sont des cellules incolores, sphériques, dont le volume, la structure et les réactions sont variables.

» Chez le lapin, les cellules incolores paraissent toutes avoir à peu près la même structure, bien que leur diamètre varie entre 6μ et 20μ. Les cellules de 20^{μ} sont nombreuses; souvent elles contiennent des granulations distinctes. Je les ai trouvées, chez plusieurs lapins, occupées par de nombreuses vacuoles. Il peut se faire que ces vacuoles soient assez abon-

dantes, assez petites et assez régulières pour simuler un état granuleux. Mais on ne doit pas s'y méprendre, les vacuoles deviennent obscures quand, après avoir mis exactement au point, on éloigne l'objectif, tandis que les granulations paraissent brillantes dans les mêmes conditions.

» Il n'y a pas dans le sang et la lymphe de cellules aussi grandes. Si donc les cellules de 20μ de la sérosité péritonéale sont des cellules lymphatiques, elles se sont modifiées après avoir passé des vaisseaux sanguins ou lymphatiques dans la cavité du péritoine.

» Lorsqu'on élève la température de la préparation à 38°C. ([1]), on constate que la plupart des cellules incolores de la sérosité péritonéale sont amiboïdes, c'est-à-dire que, sous l'influence de la chaleur, elles émettent des prolongements à l'aide desquels elles se déplacent dans la préparation. Mais toutes ne sont pas également actives. Certaines réagissent presque de suite. D'autres, qui les avoisinent et sont par conséquent dans les mêmes conditions, restent immobiles pendant une ou plusieurs minutes avant de se mettre en mouvement. Enfin, il en est, surtout parmi les plus grandes, qui ne bougent d'aucune façon pendant la durée de l'observation.

» Chez le rat, il y a, comme chez le lapin, des cellules incolores de différents diamètres. Il y en a d'amiboïdes et d'autres qui ne le sont pas. Ces dernières présentent des caractères très remarquables, qui permettent de les reconnaître d'emblée sans avoir recours à l'élévation de température. Elles ont 20μ à 25μ de diamètre, sont sphériques ou ont la forme d'une sphère plus ou moins aplatie, sont chargées de granulations réfringentes et laissent voir à leur centre un noyau globuleux. Ce noyau, phénomène exceptionnel, est la partie la moins réfringente de la cellule; aussi devient-il obscur lorsque, après l'avoir mis exactement au point on éloigne un peu l'objectif. Les granulations de ces cellules ne se dissolvent pas dans l'alcool, elles ne deviennent pas noires sous l'influence de l'acide osmique; ce ne sont donc pas des granulations graisseuses. Elles se colorent facilement et vivement quand on les soumet à l'action de la plupart des couleurs d'aniline, par exemple, les violets de méthyle et la fuchsine.

» Il y a lieu de se demander si les cellules granuleuses de la sérosité

([1]) Pour faire cette expérience, j'ai employé la méthode que j'ai fait connaître récemment, méthode qui consiste à plonger le microscope et la préparation dans un *bain chaud* (*Comptes rendus*, 1890).

péritonéale du rat appartiennent à l'espèce de cellules qu'Ehrlich a décrites le premier sous le nom de *Mastzellen* et qui, d'après cet auteur, seraient des cellules fixes du tissu conjonctif ou proviendraient de ces derniers éléments.

» Il est de toute évidence que les cellules comprises dans la sérosité ou lymphe péritonéale ne sont pas et ne peuvent pas être des cellules de tissu conjonctif. Mais il reste à savoir si Ehrlich ne s'est pas trompé sur l'origine et la signification de ses *Mastzellen*. C'est là une question à laquelle je ne répondrai pas encore, n'ayant pas terminé les recherches que j'ai entreprises sur les cellules en question. Aujourd'hui, je veux seulement déterminer s'il y a quelque analogie entre les cellules granuleuses de la sérosité péritonéale du rat et les clasmatocytes que j'ai décrits chez le triton crêté, la salamandre maculée, les grenouilles, le lapin, etc.

» Les cellules granuleuses dont je m'occupe en ce moment ne se fragmentent pas à la manière des clasmatocytes ordinaires, par exemple ceux que l'on observe si facilement dans la membrane périœsophagienne de la grenouille; mais elles subissent une désagrégation totale qui paraît être le terme de leur évolution. Les granulations qui les composent, mises alors en liberté, sont mangées et probablement digérées par les cellules lymphatiques.

» On trouve des cellules granuleuses semblables à celles de la sérosité péritonéale dans le grand épiploon et dans le mésentère. Il n'y a d'éléments analogues ni chez le lapin, ni chez le chat.

» Dans la sérosité péritonéale du chat, on observe, comme chez le lapin et le rat, des cellules lymphatiques, cellules amiboïdes, leucocytes proprement dits, et d'autres éléments cellulaires bien singuliers et dont les dimensions sont relativement considérables, 20μ, 30μ, 50μ, 100μ et même davantage. Ils sont sphériques ou ovoïdes, lisses ou bosselés. Dans un grand nombre d'entre eux, se montrent des vésicules isolées ou confluentes. Ils ne sont pas amiboïdes. On n'y voit pas de noyaux à l'état vivant; mais l'emploi méthodique des matières colorantes, du picrocarminate d'ammoniaque en particulier, en fait apparaître un grand nombre. Ce sont de grandes cellules à noyaux multiples et physaliphores, comme on en observe chez l'homme dans le cancer colloïde du péritoine.

» J'ai examiné le liquide péritonéal chez trois chats adultes, de sexe et d'âge différents; chez tous, j'ai trouvé de ces singulières cellules. Chez un de ces animaux qui était âgé et très gras, l'intérieur de quelques vésicules

était occupé non par un liquide séreux, mais par une substance très réfringente que je n'ai pas analysée, et sur la nature de laquelle je ne puis me prononcer.

» Parmi les cellules lymphatiques de la sérosité péritonéale des trois mammifères susindiqués, il y en a toujours qui contiennent du glycogène. Celui-ci est répandu d'une manière diffuse dans tout le protoplasma cellulaire, ou bien il est parqué dans un département plus ou moins étendu de la cellule. On décèle sa présence en traitant les éléments par le sérum iodé fort. Sous l'influence de ce réactif, il prend une teinte brune acajou caractéristique, et, au bout de quelques minutes, il sort des cellules sous forme d'excroissances globuleuses colorées en violet.

» Les cellules à noyaux multiples du chat, les cellules granuleuses du rat et la plupart des grandes cellules du lapin, probablement celles qui ne sont pas amiboïdes, n'en contiennent pas.

» J'ai examiné encore la lymphe pleuropéritonéale de la grenouille (*Rana esculenta* et *temporaria*), du triton crêté, de l'axolotl et de la salamandre maculée. Des observations que j'ai faites chez ces divers batraciens, je veux seulement retenir aujourd'hui celles qui sont relatives à la présence ou à l'absence de cellules sphériques ou discoïdes, granuleuses, non amiboïdes, analogues à celles du rat.

» Chez le triton crêté, il y a des cellules granuleuses dont le diamètre est variable. Ces cellules ont chacune un noyau central, moins réfringent que la substance qui l'entoure. Celle-ci est formée de granulations qui ne sont pas toutes sphériques comme chez le rat, mais ont pour la plupart la forme de bâtonnets.

» Chez un axolotl albinos, que j'ai sacrifié pour ces recherches, le seul du reste que je possédais, les cellules granuleuses étaient plus petites et moins nombreuses que chez le triton crêté. Leurs granulations étaient sphériques et non allongées, comme chez ce dernier animal.

» Dans le liquide pleuropéritonéal d'une salamandre maculée que je conservais depuis deux ans dans mon laboratoire, et qui était nourrie de lombrics, il y avait dans la sérosité péritonéale, très abondante du reste, un grand nombre de cellules granuleuses, non amiboïdes. Leurs granulations étaient petites, sphériques, pressées les unes contre les autres. Les noyaux étaient plus ou moins excentriques dans la plupart des éléments

cellulaires, au lieu d'en occuper le centre, comme chez le rat, le triton et l'axolotl.

» La sérosité pleuropéritonéale de la grenouille n'a pas de cellules granuleuses comparables à celles des batraciens urodèles.

» Je terminerai cette Note par quelques remarques sur les rapports des cellules granuleuses de la sérosité pleuropéritonéale et des clasmatocytes chez les batraciens.

» Chez les grenouilles, comme chez les urodèles, on trouve, dans l'épaisseur des membranes séreuses, des clasmatocytes vrais, c'est-à-dire de ces éléments cellulaires qui se ramifient et abandonnent dans les mailles du tissu conjonctif des fragments de leur propre substance. Les cellules sphériques et granuleuses de la sérosité péritonéale des urodèles sont semblables à celles du rat. Arrivées au terme de leur évolution, elles se désagrègent complètement et, en employant des réactifs appropriés, on retrouve quelques-unes des granulations qui les composaient dans l'intérieur des cellules lymphatiques amiboïdes avoisinantes.

» Il y a, évidemment, entre les clasmatocytes compris dans les membranes et les cellules non amiboïdes de la sérosité pleuropéritonéale une étroite parenté. Ils proviennent les uns et les autres des leucocytes, et leur rôle physiologique semble analogue, bien que le procédé de la clasmatose y soit un peu différent.

» Ce sont là des recherches que je poursuis encore et dont je ferai, sans doute, l'objet d'autres Communications. »

PHYSIOLOGIE ANIMALE. — *De la production artificielle de la soie ;* par M. ÉMILE BLANCHARD.

« En ce moment même, on rapporte que des expérimentateurs s'efforcent de produire la soie par des moyens artificiels. Rien ne saurait m'être plus agréable que le succès d'une pareille entreprise.

» En effet, il y a vingt-cinq ans, j'ai déclaré que, selon toute apparence, on parviendrait, à l'imitation des phénomènes qui s'accomplissent dans l'économie du ver à soie, à produire d'une manière artificielle la plus belle matière textile qui soit au monde. Ainsi, disai-je, en 1865 :

» Les investigations des naturalistes ont déjà été poussées assez loin pour qu'on

puisse espérer beaucoup d'un nouveau pas dans la voie des découvertes...) et, ajoutai-je, ma confiance est grande; il me semble que le temps approche chaque jour davantage où les naturalistes parviendront à se rendre compte de beaucoup d'actions chimiques et mécaniques qui se passent dans le corps des animaux. Ce succès obtenu à l'égard des glandes séricipares du ver à soie, ce ne serait pas seulement un beau triomphe pour la Science, pour l'esprit humain, ce serait une admirable fortune pour les intérêts matériels (1).

» Mû par l'espoir d'amener des entreprises propres à conduire à la réalisation d'une grandiose application de la Science à l'Industrie, j'ai souvent, dans mes Cours, traité de la question.

» Par une étude longtemps soutenue, j'avais pu me convaincre que les matériaux constitutifs de la soie sont dans la nourriture même de l'animal, c'est-à-dire dans la feuille du mûrier. Les produits de la digestion ayant passé dans le sang, la paroi des glandes dites *séricigènes* m'était apparue comme une membrane opérant la séparation du fluide nourricier de la substance destinée à s'étirer en fils soyeux.

» J'avais pu, en quelque sorte, suivre cette dialyse dans des circonstances où des vers à soie avaient été nourris avec des feuilles saupoudrées soit avec de l'indigo, soit avec de la garance. La substance qui s'accumule dans les glandes entraînant avec elle quelque peu de la matière colorante, son passage à travers les parois se trouvait, en certains cas, absolument manifeste. Je fus, de la sorte, amené à concevoir la pensée de réaliser, par des agents chimiques, une digestion des feuilles du mûrier et ensuite d'obtenir une membrane capable d'effectuer la dialyse de la substance soyeuse, à l'instar de la membrane qui constitue les glandes séricigènes. Cependant, je ne tardai point à songer que ce n'était pas tout encore. On le sait, la substance contenue dans les grosses glandes fournissant des fils soyeux ne donne pas la soie elle-même; il faut que les brins, à leur passage dans les filières, se trouvent imprégnés par le vernis qui procure à la matière textile son magnifique éclat, en un mot, ses qualités et ses propriétés. Or ce vernis provient de deux très petites glandes.

» J'entrevis une énorme difficulté pour tirer de la feuille du mûrier, par des agents chimiques, une matière n'existant qu'en proportions fort minimes. Plus favorisé que je ne l'étais, la difficulté ne m'eût pas paru,

(1) *De la production de la soie et de quelques autres matières textiles fournies par les animaux*. Conférence faite à la Sorbonne, le 25 mars 1865 (*Revue des Cours scientifiques*, t. II, p. 273).

sans doute, insurmontable ; mais il eût fallu de longues expériences toujours dispendieuses, et les ressources me faisaient complètement défaut. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination de Commissions de prix, chargées de juger les Concours de l'année 1890.

Le dépouillement du scrutin donne les résultats suivants :

Prix Bellion, fondé par Mlle Foehr. — MM. Bouchard, Charcot, Brown-Séquard, Larrey, Verneuil réunissent la majorité des suffrages. Les membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. de Quatrefages et Richet.

Prix Mège. — MM. Bouchard, Charcot, Verneuil, Brown-Séquard, Marey réunissent la majorité des suffrages. Les membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Larrey et Richet.

Prix Montyon (Physiologie expérimentale). — MM. Brown-Séquard, Marey, Bouchard, Chauveau, Charcot réunissent la majorité des suffrages. Les membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Ranvier et A. Milne-Edwards.

Prix Pourat (Des propriétés et des fonctions des cellules nerveuses annexées aux organes des sens ou à l'un de ces organes). — MM. Ranvier, Charcot, Sappey, Brown-Séquard, Bouchard réunissent la majorité des suffrages. Les membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Lacaze-Duthiers et Chauveau.

Prix Delalande-Guérineau. — MM. Grandidier, d'Abbadie, Bouquet de la Grye, A. Milne-Edwards, Jurien de la Gravière réunissent la majorité des suffrages. Les membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Bertrand et de Quatrefages.

Prix Jérôme Ponti. — MM. Mascart, Grandidier, Bertrand, Bouquet de la Grye, Fizeau réunissent la majorité des suffrages. Les membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. d'Abbadie et Berthelot.

MÉMOIRES PRESENTÉS.

M. G. Lion adresse un Mémoire intitulé « Balance photométrique, à base d'iodure d'azote ».

(Commissaires : MM. Cornu, Mascart.)

M. J. Fleury adresse une Note relative à divers météores lumineux, observés par lui à Saint-Pétersbourg.

(Renvoi à l'examen de M. Cornu.)

CORRESPONDANCE.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, un Volume comprenant le compte rendu des séances du Congrès international de Zoologie, qui s'est réuni à Paris au mois d'août 1889. (Présenté par M. A. Milne-Edwards.)

M. J. Bertrand fait hommage à l'Académie, pour ses Archives, au nom de Mme *Hervé Mangon*, de diplômes de diverses Sociétés scientifiques auxquelles a appartenu Lavoisier.

ASTRONOMIE. — *Résumé des observations solaires faites à l'observatoire royal du Collège romain, pendant le premier trimestre de l'année* 1890; par M. P. Tacchini.

« Le nombre des jours d'observation a été de 63 pour les taches et les facules; savoir : 20 en janvier, 23 en février et 20 en mars. Voici les résultats :

1890.	Fréquence relative des taches.	Fréquence relative des jours sans taches.	Grandeur relative des taches.	Grandeur relative des facules.	Nombre des groupes par jour.
Janvier	1,40	0,55	2,35	33,50	0,60
Février	0,13	0,96	0,09	13,26	0,04
Mars	1,00	0,70	2,75	25,75	0,30

» En comparant ces résultats avec ceux de ma Note précédente, on voit clairement que la période de calme, prononcée vers la fin de 1889, s'est prolongée dans les premiers mois de 1890. Les taches observées ont toujours été petites, mais on doit signaler comme spéciale la tache que nous avons observée la première fois, le 6 mars, qui était assez étendue entre les parallèles $+30^{\circ},6$ et $+36^{\circ}$, c'est-à-dire à une distance extraordinaire de l'équateur solaire : la tache disparut entre le 15 et le 16 mars; elle se réduisit à des trous, très petits, entourés d'une grande facule. Il est digne de remarque que, du 15 janvier au 3 mars, il n'y a, dans notre série, qu'un seul jour avec observation de taches solaires, tandis que les autres jours nous n'avons trouvé que quelques facules.

» Pour les protubérances solaires, nous avons obtenu les résultats suivants :

1890.	Nombre de jours d'observation.	Protubérances. Nombre moyen.	Hauteur moyenne.	Extension moyenne.
			"	°
Janvier	12	1,92	33,6	1,7
Février	16	1,69	37,8	0,9
Mars	14	2,21	35,5	1,1

» La fréquence des protubérances est donc restée assez petite, avec un minimum en février, ce qui s'accorde avec le phénomène des taches, pour démontrer que la période du minimum d'activité solaire embrasse déjà les derniers mois de 1889 et les premiers mois de 1890. »

ASTRONOMIE. — *Observations des taches solaires, faites en 1889 à l'observatoire de Lyon.* Note de M. **Em. Marchand**, présentée par M. Mascart.

« Le Tableau suivant renferme le résumé des observations de taches solaires faites à l'observatoire de Lyon pendant l'année 1889; nous l'avons prolongé jusqu'au 31 mars 1890, pour y comprendre la tache de très haute latitude signalée récemment par divers observateurs.

» La première colonne du Tableau donne, pour chaque mois, la proportion (en centièmes) des jours d'observation où le disque du Soleil n'a présenté aucune tache; la deuxième donne les dates extrêmes d'observation de chaque groupe de taches; la troisième et la quatrième, les latitudes

moyennes des groupes observés; la cinquième, les surfaces *moyennes* totales (noyaux et pénombres) de ces groupes ramenées au centre du disque et exprimées en millionièmes de l'aire de l'hémisphère visible.

1889.					
Janvier...	0,57	11		+ 6	0,5
» ...		15-16		+11	14
Février...	0,50	2- 6	— 4		32
» ...		6	— 4		1
» ...		6		+10	0,5
» ...		23-26	— 6		17
Mars.....	0,38	11	— 1		1
»		6-13	— 6		8
»		13-16		+ 6	45
Avril.....	0,61	5-10		+ 5	40
»		12-13	— 3		1
Mai......	0,93	7	— 6		47
Juin......	0,50	17-26	— 5		460
Juillet....	0,41	5	— 1		1
»		12-18	— 8		32
»		12-24	—10		350
»		29-31		+ 4	16
Août.....	0,00	29- 5	— 1		17
»		3-10	—20		222
»		9-17	— 8		222
»		9-19	— 9		41
Sept......	0,61	27- 7	—20		141
»		3- 5	—12		0,5
»		24- 3	—24		73
Octobre..	0,60	10	—24		2
» ..		16		+22	22
Novembre.	1,00	»	»	»	»
Décembre.	0,55	12	— 5?		63?
»		18-21		+22	16
»		18-24	—26		4
1890.					
Janvier...	0,33	9	—29		4
» ...		18-21		+23	63
» ...		18		+26	0,5
Février...	0,90	1- 2		+24	20
Mars.....	0,78	8-13		+33	51

» Ce Tableau indique d'abord (première colonne) que les taches ont été particulièrement rares en mai et novembre. A Lyon, nous n'en avons vu aucune du 11 avril au 4 mai (11 observations), du 11 mai au 15 juin (16 observations), ni du 12 octobre au 4 décembre (18 observations). C'est après le premier de ces minima bien marqués que les taches, rassemblées près de l'équateur au début de l'année, commencent à se montrer à des latitudes supérieures à 20°, et après le deuxième qu'elles sont devenues fréquentes à ces latitudes. Dans nos observations, ce changement se manifeste au début du mois d'août; mais plusieurs petites taches de durée éphémère, signalées par le P. Perry ou M. Spörer, nous ont échappé en juin et juillet, par suite de diverses circonstances (ciel couvert surtout) qui ont interrompu les observations : 5 juin, petite tache à — 29°; 30 juin et 1er juillet, petit groupe à — 40°; 26 et 28 juillet, petit groupe à — 25°. Ainsi que l'a déjà remarqué M. Spörer, c'est donc en juin 1889 que les taches ont commencé à se montrer fréquemment dans les hautes latitudes.

» Mais de juin à septembre, il y avait encore, en même temps que ces taches de haute latitude, d'autres groupes voisins de l'équateur, tandis que, depuis octobre et surtout depuis décembre, il n'y en a plus qu'au delà de $\pm 20°$. De plus, l'hémisphère nord, qui n'en contenait presque pas jusqu'en octobre, devient au contraire le plus riche en taches depuis cette époque. C'est dans cet hémisphère qu'est apparue, le 4 mars, la tache nucléaire signalée d'abord par M. Dierckx; cette tache, assez étendue (surface le 8, 140), s'est segmentée rapidement en plusieurs noyaux qui se sont réduits progressivement à de simples pores et ont disparu du 13 au 15; la latitude moyenne de l'ensemble était de $+ 33°,11$. »

GÉOMÉTRIE. — *Rectification approximative d'un arc de courbe.* Note de M. **A.-E. Pellet.**

« Prenons sur la tangente, en un point A, à une courbe des longueurs égales de part et d'autre du point A, AP, AP'; puis, sur la normale en A et du côté du centre de courbure, une longueur AC égale à trois fois le rayon de courbure; joignons enfin le point C aux points P et P', et soient M et M' les points de rencontre des lignes CP, CP', avec la courbe : la longueur de l'arc de courbe MM' est sensiblement égale à la ligne PP'. La différence des deux longueurs est inférieure à

$$d = \frac{R}{60}\left(\frac{\theta}{2}\right)^5,$$

R étant le plus grand des rayons de courbure correspondant aux différents points de l'axe MM', et θ la courbure totale de cet arc.

» On suppose que la courbure varie d'une manière continue et toujours dans le même sens lorsqu'on parcourt l'arc MM'. Pour θ inférieur à $\frac{\pi}{3}$, on a $d < \frac{R}{1500}$, et même pour le cercle $d < \frac{R}{2000}$; de sorte que si R est inférieur à 1^m, la différence entre PP' et l'arc MM' est négligeable au point de vue du dessin. »

GÉOMÉTRIE. — *Construction du rayon de courbure des courbes triangulaires symétriques, des courbes planes anharmoniques et des lignes asymptotiques de la surface de Steiner.* Note de M. **G. Fouret.**

« 1. On doit à Chasles une première solution, déjà ancienne, de ce problème : *Déterminer le rayon de courbure en un point d'une conique, dont on*

connaît la tangente en ce point et trois autres points (¹). M. Mannheim, en 1875, a donné incidemment une formule élégante résolvant cette question (²). La même année, j'ai communiqué verbalement à la Société mathématique de France une autre solution du même problème, se traduisant par une relation très symétrique. Depuis cette époque, j'en ai déduit une construction d'une grande simplicité. Cette construction et la relation dont elle dérive étant fondamentales pour l'objet de la présente Note, je commencerai par les faire connaître.

» 2. Soit mt la tangente, au point m, à une conique dont on connaît trois autres points a, b, c. Le rayon de courbure ρ de cette conique, au point m, est donné par la formule

$$(1)\qquad \frac{1}{\rho} = 2\frac{\sin\widehat{amt}\sin\widehat{bmt}\sin\widehat{cmt}}{\sin\widehat{amc}\sin\widehat{bmc}}\left(\frac{1}{mc} - \frac{1}{md}\right),$$

dans laquelle d désigne le point de rencontre des droites ab et mc. J'ai obtenu ce résultat en partant du théorème de Desargues sur l'involution. On peut aussi le déduire de l'expression du rayon de courbure donnée par Chasles.

» De la formule (1) on déduit cette relation, remarquable par sa symétrie :

$$(2)\qquad \frac{1}{\rho} = 2\frac{\sin\widehat{amt}\sin\widehat{bmt}\sin\widehat{cmt}}{\sin\widehat{bmc}\sin\widehat{cma}\sin\widehat{amb}}\left(\frac{\sin\widehat{bmc}}{ma} + \frac{\sin\widehat{cma}}{mb} + \frac{\sin\widehat{amb}}{mc}\right).$$

» En appelant R le rayon du cercle circonscrit au triangle abc, on peut donner à la relation (2) l'une des formes suivantes :

$$(3)\qquad \frac{1}{\rho} = 4\frac{\sin\widehat{amt}\sin\widehat{bmt}\sin\widehat{cmt}}{\sin\widehat{bmc}\sin\widehat{cma}\sin\widehat{amb}}\,\frac{\text{triangle } abc}{ma.mb.mc},$$

$$(4)\qquad \frac{R}{\rho} = \frac{\sin\widehat{amt}\sin\widehat{bmt}\sin\widehat{cmt}}{\sin\widehat{bmc}\sin\widehat{cma}\sin\widehat{amb}}\,\frac{bc.ca.ab}{ma.mb.mc}.$$

» 3. Sans m'attarder aux cas particuliers intéressants, dans certains

(¹) *Traité des sections coniques*, p. 48. Dès 1830, l'illustre géomètre avait résolu, d'une manière générale, le problème analogue pour une courbe algébrique quelconque (*Bulletin des Sciences mathématiques du baron de Férussac*, p. 392). *Voir* aussi *Aperçu historique*, p. 846.

(²) *Comptes rendus*, t. LXXX, p. 620.

desquels on retrouve des résultats connus, et, entre autres, la formule classique de Dupin, je vais indiquer la construction, déduite de la formule (1), qui donne le centre de courbure μ, relatif au point m, de la conique.

» *On décrit une circonférence tangente en m à mt et passant par l'un des points a, b, c, par le point a par exemple. Soient o son centre, e et f les points où elle rencontre respectivement les droites mb et mc, g et h les points d'intersection de ef avec bc et avec ma. Par a on mène une parallèle à ef; k étant le point où cette parallèle coupe bc, on mène par g une parallèle à ka, jusqu'à la rencontre de ma en l. Le point μ, où la parallèle à ho issue du point l coupe la normale en m à la conique, est le centre de courbure cherché.*

» 4. Les courbes *triangulaires symétriques*, ainsi désignées par de La Gournerie [1] qui en a fait l'objet d'une étude spéciale, sont définies par une équation de la forme

$$\left(\frac{x}{\alpha}\right)^n + \left(\frac{y}{\beta}\right)^n + \left(\frac{z}{\gamma}\right)^n = 0, \tag{5}$$

lorsqu'on les rapporte à un triangle abc, convenablement choisi, que l'on peut appeler leur *triangle de symétrie*.

» M. Jamet a fait connaître récemment [2] une propriété remarquable de ces courbes, consistant en ce que *le rayon de courbure, en un point d'une courbe triangulaire (5), est dans un rapport constant, égal à $\frac{2}{1-n}$, avec le rayon de courbure, au même point, de la conique tangente en ce point à la courbe et circonscrite à son triangle de symétrie.*

» Il résulte de ce théorème que le rayon de courbure ρ' d'une pareille courbe peut s'évaluer à l'aide de l'une des formules (1), (2), (3) et (4), dans lesquelles on remplace simplement $\frac{1}{\rho}$ par $\frac{2}{1-n}\frac{1}{\rho'}$, et que l'on peut appliquer à la détermination de ce rayon de courbure la construction indiquée plus haut (n° 3).

» 5. La famille des courbes triangulaires comprend, comme type extrême, les courbes très intéressantes, définies, par rapport à un triangle abc, par une équation de la forme

$$x^u y^v z^w = \lambda \qquad (u + v + w = 0),$$

---

(1) *Recherches sur les surfaces réglées tétraédrales symétriques*, p. 196 à 224.

(2) *Annales de l'École Normale supérieure*, 3e série, t. IV; année 1887; Supplément, p. 19.

qu'Halphen a appelées *courbes anharmoniques,* et sur les propriétés desquelles MM. Klein et Lie ont attiré pour la première fois l'attention. M. Jamet conclut de son théorème (n° 4) que *le rayon de courbure, en un point d'une courbure anharmonique, est double de celui de la conique tangente en ce point à la courbe et circonscrite au triangle abc.* Dans ma Communication faite en 1875 à la Société mathématique, que j'ai déjà rappelée, j'avais signalé et démontré géométriquement cette proposition, qui permet d'évaluer et de construire très simplement le rayon de courbure des courbes anharmoniques (nos 2 et 3). On obtient d'ailleurs immédiatement la tangente en un point d'une telle courbe, en remarquant, ainsi que je l'ai établi précédemment [1], que cette tangente forme un rapport anharmonique constant avec les droites qui joignent son point de contact aux trois points a, b, c.

» 6. On sait qu'une *surface du quatrième ordre de Steiner* possède trois droites doubles concourantes A, B, C, et que, pour ce motif, chacun de ses plans tangents la coupe suivant deux coniques. Considérons, en un point m, sur une pareille surface, une des deux lignes asymptotiques [2] qui y passent : cette asymptotique est tangente en m à l'une des coniques d'intersection de la surface, par son plan tangent (P) en ce point, et, d'après un théorème bien connu dû à M. Beltrami [3], le rayon de courbure en m de l'asymptotique est les deux tiers de celui de la conique qui lui est tangente en ce point. Mais on connaît de cette conique la tangente en m, qui est une des tangentes conjuguées de la surface, et trois autres points a, b, c, à l'intersection du plan tangent (P) avec les droites A, B, C. On peut donc déterminer le rayon de courbure de la conique et, par conséquent, celui de l'asymptotique, à l'aide des formules ou de la construction que j'ai indiquées plus haut (nos 2 et 3). »

---

(1) *Comptes rendus,* t. LXXVIII, p. 1693.

(2) La connaissance de ces lignes est, comme on le sait, due à Clebsch, qui les a trouvées par le calcul (*Journal de Crelle,* t. 76, p. 1 à 22). M. Darboux les a ensuite obtenues géométriquement, à l'aide d'une représentation plane de la surface (*Bulletin de la Société philomathique*; année 1873), p. 37.

(3) *Nouvelles Annales de Mathématiques,* 2e série, t. IV, p. 258.

CHIMIE MINÉRALE. — *Action de l'acide azotique sur l'aluminium.* Note de M. A. **Ditte**, présentée par M. Troost.

« L'acide azotique dilué, mis en contact avec l'aluminium, donne lieu à des phénomènes comparables à ceux qui se passent avec l'acide sulfurique étendu ([1]), et nous allons montrer que, ici encore, le métal se recouvre, dès les premiers instants de la réaction, d'une couche gazeuse qui entrave son contact avec le liquide qui l'environne.

» Une dissolution étendue d'acide nitrique paraît tout d'abord sans action sur une lame d'aluminium; mais, si l'on prolonge l'expérience pendant plusieurs jours, on voit des bulles gazeuses se former lentement sur la lame qui se dissout peu à peu, si bien qu'une feuille d'aluminium battu disparaît en quelques heures. Dans le vide, la réaction est plus rapide : de fines bulles de gaz partent de tous les points de la lame métallique, et graduellement la surface perd son poli en devenant d'un beau blanc mat. Il ne se produit, d'ailleurs, pas d'hydrogène; l'aluminium, comme le zinc, donne au contact de l'acide azotique très étendu un mélange d'azote et de bioxyde d'azote, dans lequel le premier de ces gaz domine de beaucoup, et en même temps il se forme de l'ammoniaque qui reste dans le liquide. Les réactions qui donnent l'azote, son bioxyde et l'ammoniaque sont toutes trois fortement exothermiques, et il peut arriver que l'une d'elles se produise presque exclusivement. C'est ce qui a lieu, par exemple, dans une solution à 3 pour 100 d'acide nitrique à laquelle on ajoute une trace de chlorure de platine, afin d'empêcher la formation de la couche gazeuse autour du métal; l'aluminium se recouvre d'une couche noire, à peine adhérente, de platine réduit, et il se dissout en ne donnant qu'un dégagement gazeux à peine perceptible, tandis qu'on retrouve des quantités notables d'ammoniaque dans la liqueur.

» Que l'on opère dans le vide ou autrement, la dissolution de l'aluminium s'effectue de manière à changer l'acide azotique en azotate neutre d'alumine, mais la réaction ne s'arrête pas là; l'azotate est, comme le sulfate, attaqué par l'aluminium, et les choses se passent comme si la décomposition de l'eau par le métal devenait effective en donnant de l'hydrogène et de l'alumine capable de se dissoudre dans l'azotate neutre pour consti-

---

([1]) Voir *Comptes rendus*, t. CX, p. 573.

tuer un sous-sel. En effet, quand on chauffe de l'aluminium dans une dissolution de son azotate, on ne tarde pas à voir des bulles d'hydrogène partir de tous les points du métal, et, lorsqu'on prolonge l'ébullition, tout en maintenant constante la concentration de la liqueur, on voit apparaître un précipité blanc, grenu, qui est un azotate basique $2Al^2O^3, AzO^5, 10HO$. A froid, l'action est très lente, et l'aluminium paraît sans action sur l'azotate d'alumine; c'est que, dès les premiers instants, il se recouvre d'un enduit d'hydrogène et, en effet, quand on opère dans le vide, on observe un dégagement de ce gaz, et le métal se dissout, plus lentement du reste que dans une solution de sulfate d'alumine. Cette action va nous permettre de comprendre la façon dont l'aluminium se comporte dans une dissolution d'un azotate métallique.

» Considérons en effet de l'azotate de cuivre étendu, par exemple; quoique la substitution de l'aluminium au cuivre soit fortement exothermique, une lame d'aluminium semble demeurer inaltérée dans cette dissolution; en réalité, il n'en est rien, et l'on s'en aperçoit bien en prolongeant la durée de l'expérience : au bout de quelques jours, on voit se produire des mamelons brillants de cuivre sur les arêtes vives de la lame, sur les points les plus rugueux de sa surface, et ce dépôt s'accroît peu à peu; mais, en même temps, de l'aluminium se dissout et la liqueur se charge d'azotate d'alumine; l'action de celui-ci sur le métal donne de l'hydrogène, et ce gaz, recouvrant l'aluminium d'une couche protectrice, rend son contact avec le liquide très difficile et, par conséquent, la réaction extrêmement lente. Si l'opération est faite à chaud, les bulles de vapeur d'eau entraînent constamment cet hydrogène et balayent la surface métallique : aussi la lame se recouvre-t-elle bientôt d'une multitude de petites taches de cuivre, peu adhérentes, qui s'accroissent rapidement, se détachent en partie et déposent au fond du vase du cuivre cristallisé; bientôt le cuivre est précipité tout entier, et la liqueur incolore ne renferme plus que du nitrate d'alumine, qui continue à dissoudre l'aluminium en dégageant de l'hydrogène.

» Après avoir examiné l'action que l'aluminium exerce sur les solutions d'acides ou de sels d'alumine, on arrive à se rendre compte de ce qui se passe dans l'eau pure. Sa décomposition ne peut avoir lieu qu'en produisant de l'alumine et de l'hydrogène, et, comme tous deux sont capables de se déposer à la surface du métal et de le recouvrir d'une mince couche qui le soustrait immédiatement au contact avec le liquide, la réaction s'arrête aussitôt; mais elle se produit quand on se place dans des condi-

tions telles que la formation de l'enduit protecteur ne puisse plus avoir lieu : si l'on opère dans une liqueur bouillante, l'hydrogène, constamment balayé par les bulles de vapeur d'eau, ne peut plus se déposer en couche continue, et si, d'autre part, on dissout l'alumine au fur et à mesure de sa production, le métal, restant à nu, devra se dissoudre. C'est précisément ce qui arrive lorsqu'on fait bouillir l'aluminium dans une dissolution de sulfate, azotate, chlorure, etc., d'aluminium. On observe un dégagement actif d'hydrogène, car la réaction est fortement exothermique par le seul fait de l'oxydation du métal aux dépens de l'eau, et même en négligeant la faible quantité de chaleur que dégage l'alumine en se dissolvant dans le sel neutre pour le changer en sous-sel, et la dissolution du métal ne prend fin que lorsqu'il se forme un sel basique insoluble ou peu soluble qui, venant à se déposer sur le métal, le recouvre d'une nouvelle couche imperméable; avec le sulfate, c'est le composé $4Al^2O^3, 3SO^3$ qui se sépare ; avec l'azotate, c'est le sel basique $2Al^2O^3, AzO^5, 10HO$; avec le chlorure, la dissolution de l'aluminium, en dégageant de l'hydrogène, peut même, dans une liqueur étendue, durer plusieurs jours, jusqu'à ce qu'enfin se dépose l'oxychlorure $Al^2Cl^3, 10Al^2O^3$. Au contraire, une solution saline qui ne dissout pas l'alumine, le sel marin par exemple, ne peut avoir aucun effet, et, dès l'instant que l'enduit protecteur peut se produire, les choses se passent comme si l'aluminium ne pouvait décomposer l'eau dans les conditions de l'expérience ; mais, on le voit, si cette décomposition n'a pas lieu, c'est en raison d'une cause purement accidentelle, c'est parce qu'il se forme dans ce cas, comme dans beaucoup d'autres, un enduit plus ou moins imperméable qui, s'opposant au contact du métal avec les liquides qui l'environnent, ralentit considérablement les réactions et peut même les empêcher tout à fait de se produire. »

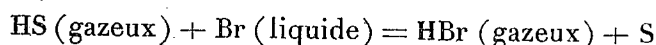
CHIMIE. — *Sur un mode de préparation de l'acide bromhydrique.* Note de M. **A. Recoura.**

« Quand on veut préparer l'acide bromhydrique *gazeux*, on est obligé d'avoir recours, soit à l'action du brome sur le phosphore rouge humecté d'eau, soit à l'action du brome sur un hydrocarbure comme la paraffine. Ces préparations sont délicates et ont l'inconvénient d'exiger la surveillance continuelle de l'opérateur. De plus, elles ne permettent que difficilement de régler la vitesse du dégagement.

» Au cours de mes recherches sur certains bromures, j'ai employé avec avantage une méthode beaucoup plus simple et qui ne présente pas ces inconvénients. Elle est fondée sur l'action bien connue du brôme sur l'acide sulfhydrique, action qui a pour résultat de donner, comme on le sait, de l'acide bromhydrique et du soufre.

» Tous les auteurs qui signalent cette réaction l'indiquent comme permettant d'obtenir une *solution étendue* d'acide bromhydrique, par l'action de l'acide sulfhydrique sur l'eau de brome. Mais, nulle part, cette réaction n'est signalée comme permettant d'obtenir l'*acide bromhydrique gazeux*. Or j'ai constaté qu'elle se prête admirablement à cette préparation.

» Du reste, les données thermochimiques permettent de le prévoir. En effet, la réaction



$$\text{HS (gazeux)} + \text{Br (liquide)} = \text{HBr (gazeux)} + \text{S}$$

est accompagnée d'un *dégagement de chaleur* égal à $7^{\text{Cal}},2$, auquel il faut ajouter la chaleur de combinaison du soufre avec le brome en excès. Je réalise cette réaction de la façon suivante :

» L'acide sulfhydrique, fourni par un appareil à production continue, barbote dans du brome contenu dans un flacon haut et étroit, et surmonté d'une couche d'eau ou mieux d'une solution d'acide bromhydrique ; le gaz qui sort de ce flacon, et qui est de l'acide bromhydrique, traverse un deuxième flacon contenant une solution de bromure de potassium ou d'acide bromhydrique, tenant en suspension un peu de phosphore rouge. Ce deuxième flacon arrête *complètement* les vapeurs de brome entraînées par le gaz bromhydrique au sortir du premier flacon.

» J'ai constaté que le gaz qui sort de cet appareil ne renferme pas trace d'acide sulfhydrique. Quelle que soit la rapidité avec laquelle on fait passer le gaz sulfhydrique dans le brome, le gaz qui sort est du gaz bromhydrique pur.

» Cette méthode ne présente aucun des inconvénients que je signalais au début ; elle permet d'obtenir un courant d'acide bromhydrique gazeux pendant plusieurs heures, sans nécessiter aucune surveillance de l'opérateur. La vitesse du courant se règle sans aucune difficulté ; il suffit de régler celle du gaz sulfhydrique, et c'est pour cela qu'il est utile d'employer un appareil à production continue.

» En un mot, la production du gaz bromhydrique par cette méthode est aussi simple et aussi commode que celle du gaz sulfhydrique. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur l'oxydation de l'acide hypophosphoreux par un palladium hydrogéné en l'absence d'oxygène.* Note de M. R. ENGEL, présentée par M. Friedel.

« M. Wurtz, ayant obtenu un hydrure cuivreux par l'action de l'acide hypophosphoreux sur le sulfate de cuivre, a cherché à préparer d'une manière analogue l'hydrure de palladium. En faisant agir un excès d'acide hypophosphoreux sur le chlorure de palladium, ce savant a observé un dégagement d'hydrogène et la formation d'un précipité de palladium très divisé, passant à travers le filtre et incapable de retenir l'hydrogène.

» M. Graham, en réduisant de la même manière le sulfate de palladium, est arrivé au même résultat. D'après l'auteur, le précipité obtenu est du palladium pur. Il ne renferme plus d'hydrogène et n'est pas susceptible d'en condenser.

» J'ai constaté que ce précipité, qui, lorsque l'hydrogène a cessé de se dégager, est sous la forme d'une masse spongieuse facile à laver, renferme encore, contrairement à l'opinion des savants précités, des doses notables d'hydrogène. J'ai de plus observé une action de présence curieuse, qui a échappé à l'attention de l'un et de l'autre de ces chimistes.

» En préparant le palladium de MM. Wurtz et Graham, j'ai été frappé de la longue durée du départ de l'hydrogène et plus encore de la quantité de ce gaz qui se dégage, quantité qui me parut hors de proportion avec la quantité de palladium précipité, en admettant que l'hydrogène provienne de la décomposition d'un hydrure de palladium instable qui se décomposerait au moment de sa formation.

» Après avoir lavé le précipité métallique, je l'ai mis en présence d'acide hypophosphoreux et j'ai constaté un nouveau dégagement d'hydrogène, qui se continue jusqu'à ce que toute trace d'acide hypophosphoreux ait disparu du liquide. Cette expérience peut être répétée indéfiniment avec le même précipité. Le palladium hydrogéné n'a rien perdu de son activité après plus d'un mois, en décomposant chaque jour des quantités relativement très grandes d'acide hypophosphoreux. L'action a lieu en dehors du contact de l'air.

» J'ai complété l'étude de ce phénomène par les expériences suivantes :

» 1° Le palladium précipité, lavé avec le plus grand soin, retient encore de l'hydrogène. Chauffé à 100° au sein de l'eau, dans un courant d'acide carbonique pur,

1^{gr} de précipité fournit de 3^{cc} à 4^{cc} d'hydrogène. Un même poids du précipité séché à l'air et chauffé au rouge naissant dans l'acide carbonique pur fournit de 4^{cc} à 5^{cc} de gaz, quantité dix à douze fois moindre que celle qui correspond à l'hydrure Pd^4H^2 de MM. Troost et Hautefeuille. Après avoir été chauffé au rouge, le palladium a perdu son activité. Mais après avoir subi l'action, même prolongée, de l'eau bouillante, il garde son activité et, après avoir décomposé de l'acide hypophosphoreux, il a repris l'hydrogène qu'il avait perdu sous l'influence de l'ébullition avec l'eau.

» 2° En déterminant la décomposition d'une quantité pesée d'hypophosphite de baryum pur et recueillant l'hydrogène formé, j'ai constaté que la quantité d'hydrogène qui se dégage est, toutes corrections faites, égale, à un demi-centième près, à la quantité calculée en admettant la transformation de l'acide hypophosphoreux en acide phosphoreux. L'analyse qualitative démontre d'ailleurs, à la fin de la réaction, l'absence complète des acides phosphorique et hypophosphoreux. La liqueur ne renferme que de l'acide phosphoreux. Un demi-gramme de ce palladium hydrogéné décompose $5^{gr},7$ d'hypophosphite de baryte, dans 40^{cc} d'eau, en trois quarts d'heure environ.

» 3° La pression n'arrête pas le phénomène. Des tubes pouvant résister à des pressions d'environ 60^{atm} ne tardent pas à faire explosion, si on les remplit à moitié avec une solution d'acide hypophosphoreux et si, après avoir fermé les tubes à la lampe, on met cet acide en contact avec le palladium hydrogéné contenu dans une ampoule de verre mince qu'on brise par un léger choc.

» 4° La lame de palladium hydrogéné de Graham ne détermine aucun phénomène analogue.

» 5° D'après les données thermochimiques de M. Berthelot, la transformation de l'acide hypophosphoreux en acide phosphoreux est exothermique, et la quantité de chaleur dégagée est supérieure à celle qui est absorbée par la décomposition d'une molécule d'eau. La transformation de l'acide hypophosphoreux en acide phosphorique, avec décomposition de 2 molécules d'eau, serait également exothermique; mais la quantité de chaleur dégagée serait moindre que dans la première transformation.

» L'interprétation du mécanisme de cette action de présence est vraisemblablement la suivante :

» Le palladium hydrogéné s'empare d'un atome d'hydrogène de l'acide hypophosphoreux, pour l'abandonner aussitôt à l'état libre. Le résidu de l'acide hypophosphoreux complète sa molécule en décomposant l'eau, fixant l'oxhydryle et abandonnant un nouvel atome d'hydrogène.

» *En résumé*, le palladium hydrogéné, obtenu dans les conditions indiquées ci-dessus, détermine l'oxydation de l'acide hypophosphoreux en acide phosphoreux avec départ d'hydrogène. Cette action semble se continuer indéfiniment. J'ai décomposé avec $0^{gr},5$ environ de palladium hydrogéné l'acide phosphoreux provenant de 500^{gr} d'hypophosphite de baryte, sans que l'activité du précipité fût en rien diminuée. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les propriétés oxydantes et décolorantes des noirs.* Note de M. **P. Cazeneuve**, présentée par M. Friedel.

« On attribue les propriétés décolorantes des noirs, noir animal, noir de résine, charbon de bois, etc., à la fixation des principes colorants dans les pores de la matière carbonée, suivant un mode dont la teinture de la soie ou de la laine nous donne une idée analogue, sinon complètement similaire.

» Cette interprétation, de nature mécanique, paraît exacte, sauf qu'on néglige l'intervention d'un facteur important qui joue un rôle appréciable dans le phénomène de la décoloration et qu'on paraît avoir laissé dans l'ombre jusqu'à ce jour. Nous voulons parler du rôle de l'oxygène.

» Un premier point que nous venons d'établir par tout un ensemble d'expériences est que les noirs, et en particulier le noir animal, ont des propriétés oxydantes assez énergiques. M. Hofmann a entrevu le fait, en 1874, et signalé une solution alcoolique incolore de leucaniline bouillie avec du noir animal qui donne assez rapidement de la rosaniline rouge (1).

» On peut vérifier cette action oxydante à l'aide des expériences suivantes : du noir animal parfaitement calciné et lavé à l'acide chlorhydrique, mis en contact avec une solution aqueuse de naphtylamine α ou de paraphénylène diamine, colore la première en rose violacé et la seconde en brun. Il faut douze heures de contact, à froid, de 20^{gr} de noir avec 200^{cc} d'une solution à 10 pour 100. Le noir, il est vrai, retient ces couleurs, mais les abandonne à l'alcool bouillant.

» On peut encore faire l'expérience de la façon suivante : on fait bouillir pendant quinze minutes une solution de 1 pour 100 de naphtylamine α avec 5^{gr} de noir au sein de l'alcool à 93°. La solution filtrée est quinze fois plus colorée qu'une solution alcoolique laissée à l'air ou bouillie à l'air. Avec la paraphénylène diamine, on obtient une teinture brun intense, dix fois plus forte que la solution simplement bouillie ou laissée à l'air.

» Cette action oxydante peut encore être prouvée de la façon suivante : 100^{cc} de vin, d'intensité colorante moyenne, sont additionnés de 2^{gr} de noir animal lavé. On fait passer un courant d'air pendant douze heures pour

(1) A.-W. Hofmann, *Deutsch. chem. Gesellsch.*, 1874, p. 530.

faciliter le contact du noir avec la matière colorante. La quantité de noir étant insuffisante pour le décolorer, le vin filtré a pris une teinte pelure d'oignon, comme au contact de l'acide azotique ou de l'eau oxygénée. Un vin type aéré dans les mêmes conditions n'a pas changé de nuance.

» Nous citerons encore une expérience très concluante : en faisant bouillir le corps A sulfophénolique dérivé du camphre, que nous avons signalé dernièrement [1], avec la paranitrosodiméthylaniline, au sein de l'alcool méthylique en grand excès, pendant quarante-huit heures (réaction de M. Horace Kœchlin), puis distillant et reprenant par l'eau, on obtient un leucodérivé que les oxydants, eau oxygénée, perchlorure de fer, ferricyanure de potassium, etc., colorent en rouge groseille. Le noir animal donne aussitôt à froid la même coloration qu'il est impossible d'obtenir au contact de l'air seul.

» D'après toutes les expériences comparatives que nous avons faites, le noir animal se comporte comme un agent d'oxydation comparable à l'eau oxygénée.

» Cette action oxydante explique encore un phénomène constaté par tous les chimistes, c'est que le noir animal colore certaines solutions, au lieu de les décolorer. Les solutions renfermant des matières tannantes ou phénoliques sont dans ce cas. Le noir ne retient pas les matières colorantes brunes formées.

» Cette propriété oxydante joue-t-elle un rôle dans le phénomène de décoloration? Les faits semblent le prouver. Du noir, chauffé et refroidi dans un courant d'azote pur pour le dépouiller de l'air qu'il retient, a des propriétés décolorantes moindres. Le phénomène peut être apprécié avec du vin qu'on additionne d'une quantité de noir insuffisante pour le décolorer à froid complètement (5^{gr} environ pour 100^{cc}). On compare, à poids égal, l'action des deux noirs, l'un laissé à l'air, l'autre chauffé dans l'azote.

» Du charbon de bois éteint dans l'acide carbonique a des propriétés décolorantes moins accentuées que le charbon de bois chargé d'air. On fait l'expérience avec 5^{gr} de ces charbons, ajoutés à 10^{cc} de vin moyennement coloré.

» L'action de l'oxygène dans la décoloration produite par les noirs est de détruire la couleur en la brûlant. Le noir devient apte à absorber une nouvelle quantité de matière colorante. L'oxygène du noir détruit les couleurs en les brûlant, comme le fait l'eau oxygénée, qui est elle-même

(1) *Comptes rendus*, séance du 31 mars 1890.

un décolorant. Au bout de peu de temps, la matière colorante du vin retenue par le noir animal ne peut plus être enlevée par l'alcool bouillant. Elle est détruite, tout comme par le bioxyde de plomb ou le bioxyde de manganèse en présence des acides.

» *En résumé*, il ressort de nos études que, si les propriétés décolorantes des noirs sont dues surtout à une fixation mécanique des couleurs sur la matière carbonée, on ne doit pas négliger le rôle de l'oxygène condensé dans les pores sous un état comparable à l'ozone, qui jouit d'une action destructive évidente vis-à-vis de certaines couleurs et, au contraire, détermine l'apparition de quelques-unes dans certains cas, lorsque ces dernières sont précisément des produits d'oxydation. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les acides camphoriques.* Note de M. **E. Jungfleisch**, présentée par M. Friedel.

« Voulant généraliser mes observations sur les transformations réciproques des variétés optiques de l'acide tartrique, j'ai été conduit, il y a longtemps déjà, à m'occuper au même point de vue de l'acide camphorique. Dans une Communication préalable faite à la Société chimique ([1]), j'ai annoncé que l'acide mésocamphorique de M. Wreden est l'un des produits que donne l'acide camphorique droit quand on le chauffe en présence de l'eau. J'ai ajouté que cet acide mésocamphorique pouvait être considéré, *au moins provisoirement* ([2]), comme étant l'inactif par nature. En même temps, j'ai fait savoir que, par simple cristallisation fractionnée des acides séparés de l'acide mésocamphorique, on isole un acide camphorique gauche, de même pouvoir rotatoire que l'acide camphorique droit. Plus récemment ([3]), en établissant d'une manière générale la non-identité de propriétés des deux variétés, droite et gauche, d'un même corps actif, j'ai cité, entre autres exemples, la différence considérable de solubilité que j'avais constatée entre l'acide camphorique droit et le gauche, qu'il engendre par sa transformation; cette circonstance m'avait conduit dès lors à reprendre une étude dont j'avais pu entrevoir l'intérêt. L'importance théorique des résultats que j'ai obtenus en reprenant mes recherches, les particularités

---

([1]) *Bulletin de la Société chimique*, t. XIX, p. 290 et 433.
([2]) *Ibid.*, t. XIX, p. 530.
([3]) *Ibid.*, t. XLI, p. 222.

fort inattendues observées dès mes premiers pas dans cette voie, m'ont fait attacher un grand prix à opérer comparativement avec l'acide camphorique droit du camphre ordinaire et l'acide camphorique gauche du camphre de la matricaire. La nécessité qui s'est imposée à moi de cultiver la plante pour avoir ce dernier produit en quantité suffisante, les difficultés que j'ai rencontrées à ce sujet, m'ont retardé beaucoup plus qu'il n'aurait convenu dans la publication de mes nouvelles observations; aussi quelques-uns des faits observés ont-ils été reconnus et publiés par M. Friedel, travaillant sur l'acide camphorique dans une autre direction. M. Friedel, qui m'a ainsi devancé, a bien voulu, dès l'époque de sa publication, signaler la coïncidence de nos observations: aussi n'est-ce pas sur les résultats ainsi recueillis de deux côtés différents que je veux m'arrêter ici. Je désire seulement ajouter quelques faits à ceux déjà connus et surtout indiquer la marche un peu spéciale que j'ai suivie, cette marche venant de me fournir, avec l'acide camphorique gauche de la matricaire, des résultats nouveaux qui me semblent importants.

» Au moment où j'ai repris cette étude, la différence des solubilités signalée plus haut résultait seulement de la facilité avec laquelle la cristallisation m'avait permis de séparer les corps mélangés. J'ai voulu d'abord mesurer directement ces solubilités ([1]). J'ai opéré comparativement sur l'acide camphorique droit ordinaire, sur l'acide gauche provenant de sa transformation par la chaleur et sur l'acide gauche du camphre de matricaire, dont je n'avais alors qu'une très faible quantité. Voici les résultats moyens obtenus, rapportés aux poids d'acide contenus dans 100 parties de dissolution :

Températures	10°	20°	30°	40°	50°	60°	70°	80°
Acide camph. droit ordinaire	6,07	6,96	8,05	9,64	12,40	16,42	21,94	31,30
» » gauche de matricaire	»	6,95	7,98	»	»	»	»	»
» » » de transformation	2,30	2,65	3,20	4,23	6,35	9,25	13,22	18,96

» Du rapprochement de ces chiffres résultait nettement la presque identité de solubilité des deux acides d'origine naturelle et la non-identité des deux acides gauches employés. J'ai préparé alors des cristaux volumineux d'acide gauche de transformation, par évaporation lente de leur solution éthérée; leur forme était tout à fait différente de celle dessinée par

([1]) Je dois remercier ici M. Gasselin, qui m'a aidé avec beaucoup de zèle dans ces déterminations.

M. Chautard pour l'autre acide gauche [1]. Après la publication de M. Friedel, il est inutile d'insister sur ce fait que des combustions, des dosages acidimétriques et des mesures polarimétriques avaient cependant confirmé l'identité de composition et de pouvoir rotatoire dans les deux cas.

» La détermination des solubilités de l'acide mésocamphorique et d'un mélange inactif, fait avec des poids égaux d'acide droit ordinaire et d'acide gauche de transformation, avait fourni d'autres indications. D'une part, les écarts expérimentaux étaient parfois tellement grands pour chaque substance qu'il devenait difficile de considérer celle-ci comme un principe défini et non dédoublable; d'autre part, les solubilités moyennes étaient sensiblement identiques dans les deux cas; enfin, par refroidissement, les deux dissolutions fournissaient les cristaux caractéristiques de l'acide mésocamphorique, mélangés de cristaux d'une apparence différente. Une autre expérience avait encore permis de constater l'identité des deux substances. L'évaporation lente de la solution éthérée de l'acide mésocamphorique fournit deux sortes de cristaux : en premier lieu, de l'acide droit ordinaire; en second lieu et un peu plus tard, des cristaux volumineux, extrêmement nets et limpides; ces derniers, qui sont une combinaison d'acide gauche de transformation et d'éther, deviennent très rapidement opaques à l'air, en perdant de l'éther, et sont ainsi faciles à distinguer ainsi qu'à isoler mécaniquement. L'addition d'une certaine quantité de chloroforme à l'éther diminue la solubilité du produit; une séparation préalable, pratiquée avec ce mélange, qui dissout l'acide gauche beaucoup plus que le droit, simplifie la préparation de l'acide gauche en partant de l'acide mésocamphorique ou même de l'acide droit chauffé.

» J'ai appliqué les mêmes traitements à l'acide camphorique gauche de la matricaire. Chauffé avec l'eau, il donne un acide optiquement neutre, que j'ai pu isoler et qui ressemble beaucoup à l'acide mésocamphorique. J'ai dédoublé cet acide optiquement neutre, ce troisième acide paracamphorique connu, en un acide gauche semblable à celui de la matricaire et un acide droit semblable à l'acide gauche provenant de la transformation du droit ordinaire, mais doué d'un pouvoir rotatoire égal et de signe contraire; ce corps constitue donc un second acide camphorique droit aujourd'hui connu. Les deux acides camphoriques de transformation, le droit et le gauche, se combinent entre eux pour former un acide optiquement neutre, dont l'apparence rappelle les deux acides mésocamphoriques, mais

(1) *Mémoires de l'Académie de Stanislas* (Nancy, 1864).

qui en diffère par son origine : ce serait le quatrième acide paracamphorique actuellement connu.

» Je fournirai, dans une prochaine Note, des renseignements plus détaillés sur ces divers composés, dont l'existence jette un jour particulier sur l'histoire des corps doués du pouvoir rotatoire. »

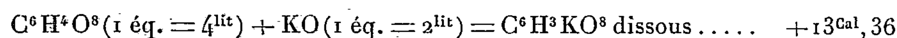
CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur le malonate acide, le quadromalonate et le quadroxalate de potasse.* Note de M. G. MASSOL.

« A. *Malonate acide de potasse.* — Sel cristallisé en beaux prismes clinorhombiques, non déliquescents, répondant à la formule $C^6H^3KO^8, HO$.

» La chaleur de dissolution dans l'eau est de $-9^{Cal},58$ (1 équivalent $= 6^{lit}$).

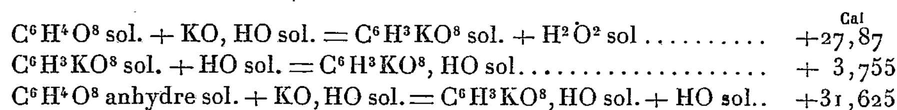
» Chauffé à 120°-130°, il perd son eau de cristallisation ; à une température plus élevée, il se décompose, et l'on perçoit nettement l'odeur de l'acide acétique.

» La chaleur de dissolution du sel anhydre (1 équivalent dans 6^{lit}) est de $-5^{Cal},11$. J'ai déterminé précédemment la chaleur de neutralisation :



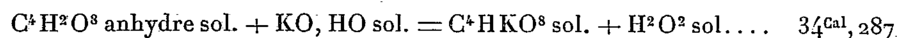
$C^6H^4O^8 (1\text{ éq.} = 4^{lit}) + KO (1\text{ éq.} = 2^{lit}) = C^6H^3KO^8$ dissous ..... $+13^{Cal},36$

» Ces résultats ont permis de calculer :



	Cal
$C^6H^4O^8$ sol. + KO, HO sol. = $C^6H^3KO^8$ sol. + H^2O^2 sol	+27,87
$C^6H^3KO^8$ sol. + HO sol. = $C^6H^3KO^8$, HO sol	+ 3,755
$C^6H^4O^8$ anhydre sol. + KO, HO sol. = $C^6H^3KO^8$, HO sol. + HO sol..	+31,625

» D'après les données fournies par les Tables de Thermochimie (a. oxalique sol. anhydre + Aq. = $-2^{Cal},29$; C^4HKO^8 sol. + Aq. = $-9^{Cal},6$, et chaleur de neutralisation $= +13^{Cal},8$), la chaleur de formation de l'oxalate acide de potasse anhydre est



$C^4H^2O^8$ anhydre sol. + KO, HO sol. = C^4HKO^8 sol. + H^2O^2 sol.... $34^{Cal},287$

» B. *Quadromalonate de potasse :* $C^6H^3KO^8, C^6H^4O^8$. — Ce sel a été préparé par la combinaison de 2 équivalents d'acide malonique avec 1 équivalent de potasse. La solution concentrée donne de gros cristaux prismatiques, très brillants.

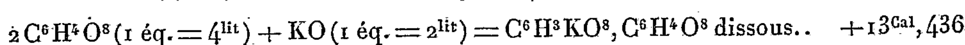
» Divers échantillons, pulvérisés et essorés sur des plaques de porcelaine poreuse, ont donné à l'analyse :

	Moyenne.	Calculé pour $C^6H^3KO^8, C^6H^4O^8$.
Acidité (évaluée en acide malonique)..........	63,40	63,38
Potasse (dosée à l'état de sulfate).............	19,40	19,10

» Le sel est donc anhydre.

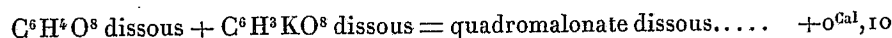
» La chaleur de dissolution dans l'eau a été trouvée de $-13^{Cal},52$ pour 1 équivalent dans 10^{lit}.

» La chaleur de neutralisation est :



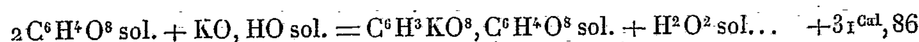
$2C^6H^4O^8 (1 \text{ éq.} = 4^{lit}) + KO (1 \text{ éq.} = 2^{lit}) = C^6H^3KO^8, C^6H^4O^8$ dissous.. $+13^{Cal},436$

ou bien, en partant de l'acide dissous et du sel acide dissous,



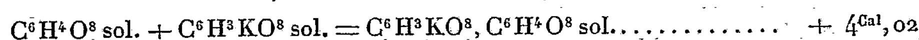
$C^6H^4O^8$ dissous $+ C^6H^3KO^8$ dissous $=$ quadromalonate dissous..... $+0^{Cal},10$

» Ces données ont permis de calculer les chaleurs de formation suivantes :



$2C^6H^4O^8$ sol. $+ KO, HO$ sol. $= C^6H^3KO^8, C^6H^4O^8$ sol. $+ H^2O^2$ sol... $+31^{Cal},86$

et



$C^6H^4O^8$ sol. $+ C^6H^3KO^8$ sol. $= C^6H^3KO^8, C^6H^4O^8$ sol............... $+4^{Cal},02$

» C. *Quadroxalate de potasse :* $C^4HKO^8, C^4H^2O^8$. — Pour continuer la série des comparaisons avec les oxalates, j'ai fait l'étude thermique du quadroxalate de potasse.

» Ce sel cristallise avec 4 équivalents d'eau, qu'il perd complètement à 110°.

» La chaleur de dissolution du quadroxalate de potasse à 4HO (1 équivalent dans 10^{lit}) est de $-17^{Cal},94$.

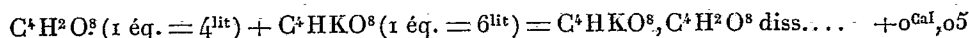
» La chaleur de dissolution du sel anhydre (1 équivalent dans 10^{lit}) est de $-12^{Cal},79$.

» La chaleur de neutralisation est :



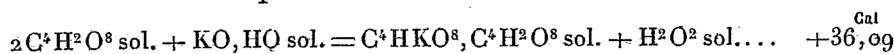
$2C^4H^2O^8$ dissous $+ KO$ dissous $= C^4HKO^8, C^4H^2O^8$ dissous...... $+13^{Cal},99$

» Le mélange des dissolutions d'acide oxalique et d'oxalate acide de potasse donne

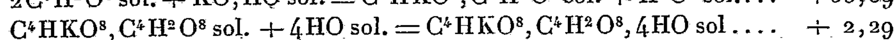


$C^4H^2O^8 (1 \text{ éq.} = 4^{lit}) + C^4HKO^8 (1 \text{ éq.} = 6^{lit}) = C^4HKO^8, C^4H^2O^8$ diss.... $+0^{Cal},05$

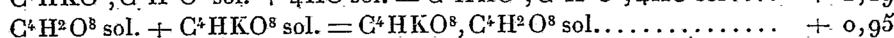
» Ces résultats ont permis de calculer :



$2C^4H^2O^8$ sol. $+ KO, HO$ sol. $= C^4HKO^8, C^4H^2O^8$ sol. $+ H^2O^2$ sol.... $+36^{Cal},09$



$C^4HKO^8, C^4H^2O^8$ sol. $+ 4HO$ sol. $= C^4HKO^8, C^4H^2O^8, 4HO$ sol.... $+2,29$



$C^4H^2O^8$ sol. $+ C^4HKO^8$ sol. $= C^4HKO^8, C^4H^2O^8$ sol............... $+0,95$

» D. Je résume, dans les Tableaux suivants :

» 1° La chaleur de formation des sels de potasse anhydres solides, à partir de l'acide anhydre solide et de la base hydratée solide :

	Oxalate.	Malonate.
	Cal	Cal
Sel neutre anhydre..............	+58,87 (B)	+48,56 (M)
Sel acide anhydre...............	+34,28 (M)	+27,87 (M)
Quadro-anhydre.................	+36,09 (M)	+31,86 (M)

» 2° Quelques chaleurs de formation de sels doubles :

	Cal	
Biacétate de soude $C^4H^4O^4$ sol. + $C^4H^3NaO^4$ sol.	+0,1	(B)
Triacétate de soude $2C^4H^4O^4$ sol. + $C^4H^3NaO^4$ sol.	+5,5	(B)
Bioxalate de soude $C^4H^2O^8$ sol. + $C^4Na^2O^8$	+3,8	(B)
Bitartrate de soude $C^8H^6O^{12}$ + $C^8H^4Na^2O^{12}$	+6,6	(B)
Quadroxalate de potasse $C^4H^2O^8$ sol. + C^4HKO^8 sol.	+0,95	(M)
Quadromalonate de potasse $C^6H^4O^8$ sol. + $C^6H^3KO^8$ sol.	+4,0	(M)

CHIMIE ORGANIQUE. — *Extraction du raffinose des mélasses. Séparation du raffinose et du saccharose.* Note de M. L. LINDET.

« Le raffinose peut être extrait soit des mélasses de raffinerie, comme l'a fait voir pour la première fois M. Loiseau, soit des semences de coton, comme le montrent les travaux de MM. Ritthausen et Bœhm, et ceux de M. Berthelot.

» L'extraction du raffinose de la mélasse présente de sérieuses difficultés : il s'agit d'isoler ce sucre d'un produit qui contient à la fois des sels et des matières azotées, et dans lequel se rencontre une grande quantité de saccharose, c'est-à-dire d'un sucre dont les propriétés sont très voisines de celles du raffinose lui-même.

» Plusieurs méthodes ont été proposées par MM. Scheibler, von Lippmann, Pellet, pour extraire le raffinose des mélasses; mais aucune ne semble avoir donné des résultats complets et avoir fourni à leurs auteurs des quantités notables de ce sucre. En réalité, tous ceux qui ont étudié le raffinose de mélasse (MM. Loiseau, Tollens, etc.) n'ont eu entre les mains que des échantillons provenant de la cristallisation spontanée de la mélasse ellemême. Or, cette cristallisation spontanée n'a lieu que rarement, et l'on ne saurait y compter pour obtenir du raffinose d'une façon régulière; ce sucre ne se dépose, dans les mélasses, que quand celles-ci contiennent au moins de 12 à 15 pour 100 de raffinose, ce qui est exceptionnel. En outre, c'est avec une extrême lenteur qu'on voit les cristaux se former, et je possède des mélasses qui, malgré leur richesse, ont mis près de deux ans à abandonner par cristallisation une partie du raffinose qu'elles contenaient.

» Désirant étudier ce sucre, j'ai dû chercher une méthode qui permît de l'extraire et qui présentât, sur les méthodes déjà connues, tant sous le rapport de la rapidité que de la certitude dans les opérations, des avantages marqués. Celle que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie me semble

présenter d'autant plus d'intérêt qu'elle comprend des procédés pouvant s'appliquer à d'autres substances que le raffinose.

» Avant de chercher à extraire le raffinose et à le séparer du saccharose, il est nécessaire (et c'est ce qu'aucune des méthodes indiquées ne comporte) de décolorer et de purifier la mélasse, pour la débarrasser de la majeure partie des matières qui la souillent et empêchent les sucres de cristalliser.

» Je suis parvenu à produire cette purification en faisant usage, non pas de sous-acétate de plomb, mais de sulfate de bioxyde de mercure. Quand, en effet, on agite à froid la mélasse étendue de cinq à six fois son poids d'eau avec du sulfate de mercure, on voit, en même temps que le précipité de sous-sulfate, se former un composé floconneux, de couleur brune, dont la composition est complexe, et qui contient de la matière ulmique, de la matière azotée et du mercure. La liqueur s'éclaircit et se décolore quelquefois partiellement, quelquefois d'une façon complète. On filtre, puis on sature par l'eau de baryte l'acide sulfurique produit par la décomposition même du sulfate de mercure; on fait bouillir en maintenant toujours une légère alcalinité, puis on évapore dans le vide la liqueur décolorée, jusqu'à ce qu'elle atteigne la consistance d'un sirop épais; on reprend ce sirop par l'alcool méthylique fort, qui sépare encore de nouvelles impuretés.

» Par ce traitement au sulfate de mercure, à la baryte et à l'alcool méthylique, on a purifié la mélasse, et il ne reste plus qu'à séparer le raffinose du saccharose. On pourra opérer cette séparation ou bien en traitant, comme il va être dit, la solution méthylique, ou bien en évaporant l'alcool, laissant cristalliser le saccharose qui, débarrassé maintenant de ses impuretés, se dépose aisément, et traitant les sirops d'égouttage de cette cristallisation, sirops qui devront être alors dissous dans l'alcool méthylique.

» La séparation du saccharose et du raffinose, telle que j'ai pu l'effectuer, est la conséquence de la solubilité relative de l'un et l'autre sucre dans l'alcool méthylique d'une part, dans l'alcool éthylique d'autre part.

» M. Scheibler a montré que le raffinose était, dans l'alcool méthylique absolu, beaucoup plus soluble que le saccharose (100 parties d'alcool méthylique dissolvent 9,5 de raffinose et 0,4 de saccharose); mais la solubilité de ce saccharose augmente très rapidement avec l'état d'hydratation de l'alcool; aussi est-il difficile d'opérer la séparation des deux sucres, en traitant directement par l'alcool méthylique fort le sirop qui les contient.

» J'ai eu l'idée, cependant, de me servir de cette différence de solubilité; mais, au lieu de chercher à déshydrater le sirop sur lequel il convient de faire agir l'alcool méthylique anhydre, j'ai préféré déshydrater la solu-

tion méthylique elle-même; on voit alors, au fur et à mesure que cette solution perd son eau, le saccharose reprendre la solubilité qu'il possède normalement dans l'alcool concentré, et se déposer par cristallisation. La solution méthylique sucrée est placée dans un ballon, et le ballon chauffé au bain-marie. Les vapeurs d'alcool, entraînant nécessairement de la vapeur d'eau, se rendent dans un premier réfrigérant, au-dessous duquel se trouve un second ballon rempli de chaux vive et chauffé également au bain-marie. Le liquide condensé se déshydrate au contact de la chaux et s'échappe à l'état de vapeurs riches en alcool, pour aller se condenser dans un second serpentin qui le ramène incessamment au premier ballon. Par le refroidissement, le saccharose cristallise pour la plus grande partie.

» A cette première opération, qui a pour effet d'enrichir la liqueur en raffinose, on doit en faire succéder une seconde, qui consiste à ajouter à la solution de l'alcool éthylique.

» Le raffinose, qui est soluble à 11,4 pour 100 dans l'alcool méthylique à 95° G. L., n'est plus soluble qu'à 0,06 pour 100 dans l'alcool éthylique de même densité. Aussi, quand, à une solution méthylique, on ajoute de l'alcool ordinaire, précipite-t-on un produit sirupeux, qui renferme une proportion telle de raffinose, que l'on peut l'en extraire aisément, soit par cristallisation dans l'eau, soit par cristallisation dans l'alcool ordinaire.

» Cette dernière manière de faire est certainement préférable, à la condition d'y employer, non pas de l'alcool fort, mais de l'alcool marquant au plus 80°-85°. La solubilité du saccharose dans l'alcool augmente, en effet, rapidement avec la quantité d'eau que cet alcool contient, tandis que celle du raffinose ne change guère dans les mêmes conditions :

	Saccharose pour 100.	Raffinose pour 100.
Alcool à 95°	0,30	0,06
» à 90	1,00	0,08
» à 85	2,23	0,10
» à 80	6,20	0,21

On peut donc, sans craindre de perdre beaucoup de raffinose, faire usage d'alcool suffisamment étendu pour loger le sacchorose dans les eaux-mères de cristallisation.

» *En résumé*, pour extraire le raffinose de la mélasse, il convient de passer par quatre opérations successives :

» 1° Purification et décoloration de la mélasse par le sulfate de mercure, la baryte et l'alcool méthylique;

» 2° Déshydratation de la solution méthylique au moyen de la chaux, à la température d'ébullition de cet alcool;

» 3° Précipitation de la solution méthylique par l'alcool ordinaire;

» 4° Cristallisation du produit précipité dans l'alcool éthylique à 80°-85°.

» Je tiens à remercier M. Boivin, de la raffinerie Sommier et C[ie], d'avoir bien voulu mettre à ma disposition un échantillon de raffinose qui m'a permis de faire les premiers essais sur lesquels est fondée la méthode que je viens de décrire. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Sur un bacille pseudo-typhique trouvé dans les eaux de rivière*. Note de M. **Cassedebat**, présentée par M. Ranvier.

« En me livrant à la recherche du bacille typhique, dans les eaux d'alimentation de la ville de Marseille, j'ai rencontré un bacille présentant une telle ressemblance avec celui de la fièvre typhoïde qu'il m'a paru intéressant de l'étudier de plus près (1).

» Les cultures sur gélatine de ces deux microbes offrent la plus grande ressemblance; au début il est même impossible de les distinguer; ce n'est qu'au bout de trois ou quatre jours seulement que les colonies typhiques prennent une teinte un peu plus jaune: c'est là la seule différence constante que j'ai pu observer.

» Ce qui augmente encore les similitudes entre ces deux bactéries, c'est qu'en transportant les unes et les autres colonies sur *pomme de terre*, le développement des deux se fait *d'une façon absolument identique*, même en continuant l'observation pendant plusieurs semaines.

» En employant les méthodes préconisées dans ces dernières années, tout d'abord par Chantemesse et Vidal, puis par Kitasato, pour faciliter les recherches du bacille typhique dans l'eau, c'est-à-dire en me servant de gélatine non neutralisée et additionnée de 2 pour 1000 d'acide phénique, j'ai obtenu pour les deux bacilles un développement également rapide et des colonies entièrement semblables pendant les premiers jours; ce n'est que plus tard qu'on arrive à les distinguer et encore seulement par la coloration un peu plus jaune des colonies typhiques, déjà signalée.

---

(1) Ces recherches ont été faites dans le laboratoire municipal de Bactériologie de Marseille, à l'instigation et sous le contrôle de M. le professeur Rietsch; je suis heureux de pouvoir le remercier de ses savants conseils et du précieux concours qu'il a bien voulu me prêter.

» Mon bacille pseudo-typhique ne liquéfie pas plus la gélatine que le microbe d'Eberth, même après plusieurs mois; il se comporte aussi comme ce dernier vis-à-vis des teintures employées en Bactériologie, notamment vis-à-vis des solutions phéniquées de fuchsine, de violet de gentiane, etc.

» Comme le bacille d'Eberth, il se décolore par la méthode de Gramm; comme lui, il est mobile ; comme lui, il se développe bien dans le lait sans le colorer ni le coaguler.

» Cependant ces deux bacilles ne sont pas identiques.

» Outre la coloration un peu plus jaune par laquelle les colonies typhiques se distinguent constamment, mais après quelques jours seulement, soit dans la gélatine ordinaire, soit dans la gélatine phéniquée, j'ai observé encore les différences suivantes :

» 1° Le bacille pseudo-typhique trouble plus vite le bouillon peptonisé et forme à sa surface une pellicule plus épaisse et plus résistante, soit à la température ordinaire, soit à 35°.

» 2° Les cultures en gélatine par piqûre sont assez dissemblables, mais après quelques jours seulement : alors le microbe pseudo-typhique forme toujours le long du trait une traînée blanchâtre finement granuleuse, ne montrant pas à l'œil nu, ni même à la loupe, des colonies sphériques distinctes, comme cela arrive, après cinq ou six jours, pour le bacille typhique. Les piqûres anciennes de quelques semaines conservent le même aspect et restent blanchâtres pour le pseudo-typhique, tandis que pour le bacille typhique, elles prennent une teinte bronzée bien plus foncée.

» 3° Des différences de même ordre s'observent dans les stries sur Agar, mais encore après quelques jours seulement.

» 4° Sur blanc d'œuf, les cultures se distinguent par des caractères que je résume de la façon suivante : celles du pseudo-typhique sont humides et grossièrement granuleuses; celles du typhique, au contraire, sont sèches et finement chagrinées.

» 5° Dans la gélatine au suc de pomme de terre de Holz (*Zeitschrift für Hygiene*, III, 1er), le bacille pseudo-typhique ne montre aucun développement avant le troisième jour, tandis que le bacille typhique forme déjà, dans le même milieu, des colonies visibles à l'œil nu dès le deuxième jour.

» Mon bacille pseudo-typhique semble être un habitant ordinaire de l'eau; je l'ai trouvé, en effet, dans la plupart des échantillons d'eau du

canal de Marseille, que j'ai examinés (neuf fois sur dix) même dans la partie du canal qui est très peu riche en bactéries.

» Dans l'état actuel de la science bactériologique, les différences que j'ai signalées me paraissent suffisantes pour qu'on n'ait point le droit de confondre ces deux microbes.

» Comme les deux bacilles offrent précisément la plus grande analogie vis-à-vis des méthodes employées le plus souvent, jusqu'à présent, pour chercher et caractériser le bacille typhique dans l'eau; comme on a signalé la présence de ce dernier dans un grand nombre d'échantillons d'eau depuis quelques années, j'ai cru devoir publier les observations qui précèdent pour mettre les bactériologistes en garde contre des conclusions trop hâtives.

» Je reviendrai incessamment sur ce sujet d'une façon plus détaillée. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Sur les microbes de l'hémoglobinurie du bœuf*. Note de M. V. **Babès**, présentée par M. Bouchard.

« J'ai eu l'honneur de communiquer à l'Académie, le 29 novembre 1888, mes premières recherches sur l'hémoglobinurie bactérienne du bœuf.

» Cette maladie aiguë, fébrile, endémique dans certaines contrées marécageuses de la Roumanie, ne s'est pas étendue, malgré l'exportation de ces animaux. Elle se caractérise par l'état des urines colorées en rouge ou en noir par l'hémoglobine, sans qu'il y ait habituellement de globules rouges dans leur intérieur, et par le siège de microbes spéciaux dans l'intérieur des globules rouges, en particulier dans le sang du rein. Dans notre première Note nous avions étudié la pathologie, l'anatomie et l'histologie pathologiques de cette maladie, mais il nous restait à déterminer plusieurs points relatifs aux cultures de ce microbe et à la reproduction expérimentale de cette affection chez le lapin et chez le bœuf.

» Les microbes de l'hémoglobinurie se montrent sous des formes variables.

» A l'état vivant, sans être colorés, ce sont des taches rondes, pâles, de 1^{μ} environ, siégeant dans les globules rouges.

» Lorsqu'on les colore vivants avec une solution faible de violet B, ils se présentent tantôt comme des globules colorés du diamètre de $0^{\mu},5$ à $1^{\mu},5$, souvent avec une ligne de division à leur centre, tantôt en 8.

» Le bord des microbes n'est pas nettement arrêté, de telle sorte qu'on peut supposer qu'ils possèdent une sorte de capsule mal limitée.

» Dans les préparations de microbes desséchés sur une lamelle, et colorés au bleu de Lœffler, ils sont plus petits, de $0^{\mu},5$ à $0^{\mu},7$; ils montrent alors une couche périphérique nettement limitée, bien colorée, tandis que leur corps est pâle, réfringent et présente plutôt l'aspect d'une spore.

» Les microbes se colorent bien en jaune foncé par le bichromate de potasse ou d'ammoniaque, et, après cette coloration, ils sont devenus insensibles aux couleurs d'aniline. Il est généralement très difficile de colorer ces microbes en conservant en même temps les globules rouges.

» Voici la méthode que j'ai employée avec succès dans ce but : les lamelles, couvertes d'une couche mince du sang du rein pris aussitôt après la mort, sont desséchées rapidement par la chaleur. On les place sur du papier Joseph et on les conserve dans un mélange à parties égales d'alcool absolu et d'éther. Quelques jours après, on les colore avec le bleu de méthylène alcalinisé, légèrement chauffé. On les met ensuite dans une solution d'acide osmique à $\frac{1}{100}$ et, enfin, on les place avec l'acide osmique et une trace de glycérine sur la lame, qu'on borde avec de la laque.

» Pour les coupes, on procède de la façon suivante :

» On fait durcir dans l'alcool absolu des tranches peu épaisses de la périphérie des organes (rein, rate); on en fait ensuite des coupes au microtome, que l'on colore avec la fuchsine anilinisée et alcaline, ou bien avec le bleu de Lœffler. On obtient aussi de bonnes préparations en durcissant des tranches d'organes dans la liqueur de Müller. On en fait des coupes qu'on colore par une couleur tirée de l'aniline. Sur ces préparations, les microbes sont colorés en jaune brun, les globules sanguins en jaune pâle et le tissu par la couleur d'aniline employée. Dans les bonnes préparations, on peut apprécier les modifications des globules rouges produites par les microbes.

» Sur les préparations de la rate et de la moelle des os, on voit les microbes dans l'intérieur des globules rouges de la pulpe, près de la paroi des veines sinueuses, c'est-à-dire dans des globules plus petits, plus irréguliers et plus colorés que les autres par l'aniline. Il semble que les microbes entrent là dans des globules en voie de formation. Dans les autres organes, on constate la présence de microbes dans des globules à peu près intacts.

» Dans les reins, surtout à la suite d'une reproduction expérimentale de la maladie, la plupart des globules rouges, qui sont devenus souvent

pâles, un peu irréguliers et granuleux, renferment des parasites. Dans les reins, on constate aussi des globules rouges en voie de destruction, pâles, ne présentant plus leur couleur jaune verdâtre caractéristique qu'à leur périphérie.

» L'ensemencement du suc des reins sur le sérum gélatinisé du bœuf détermine parfois, mais non constamment, à la température de 37°, de petites colonies en plaques, transparentes, un peu granuleuses à leur bord; le liquide de condensation situé au fond du tube présente un précipité jaunâtre; on observe une strie assez accentuée dans la profondeur du sérum.

» Ces microbes se développent difficilement sur la pomme de terre; leurs colonies sont alors transparentes, minces, brunâtres, à peine visibles.

» Sur la gélose, on obtient parfois de petites plaques tout à fait transparentes.

» La culture réussit rarement sur la gélatine; elle se présente comme une strie blanche le long de la piqûre.

» Sur ces substances nutritives, les microbes perdent facilement leur vitalité et leurs propriétés pathogènes.

» L'examen microscopique des cultures montre des cocci et diplococci aplatis entourés d'une zone qui se colore moins que les individus, et tout à fait semblables à l'aspect qu'ils offrent dans le sang.

» De l'ensemble de ces propriétés, il résulte qu'il s'agit là d'un organisme spécial dont la place n'est pas bien établie dans la classification des microbes, et dont les conditions de culture en dehors de l'organisme animal ne sont pas encore bien déterminées. Mais ses réactions spéciales, sa localisation dans les globules rouges et sa transmissibilité aux animaux ne laissent aucun doute sur son rôle pathogène. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *La nutrition dans l'hystérie.* Note de MM. **Gilles de la Tourette** et **H. Cathelineau**, présentée par M. Charcot.

« On tend généralement à admettre que les hystériques ne s'alimentent que très insuffisamment et que, par contre, leur nutrition générale semble ne pas en souffrir. Elles ne maigrissent pas, dit M. Empereur, dans son *Essai sur la nutrition dans l'hystérie*, 1876, parce qu'elles ne déperdent rien,

et, ne déperdant rien, il leur est inutile, sinon nuisible de manger. L'analyse des travaux sur cette question montre que la plupart des auteurs ont adopté cette opinion, sans du reste chercher à la contrôler.

» C'est ce singulier problème de la nutrition dans l'hystérie que nous avons également essayé de résoudre dans le service de M. le professeur Charcot, à la Salpêtrière, pendant les années 1888 et 1889, en nous basant sur l'analyse des excreta urinaires.

» Il nous a semblé d'abord qu'il était indispensable d'établir deux catégories dans les hystériques : les *hystériques normaux*, les *hystériques pathologiques*. Les hystériques normaux sont ceux qui ne présentent au moment de l'observation que les stigmates nécessaires pour légitimer le diagnostic de la névrose; les hystériques pathologiques sont ceux qui, en plus de ces stigmates permanents, présentent la série des accidents variés : attaques, état de mal, etc., constituant la pathologie de l'hystérie.

» I. Nos recherches ont porté pour le premier groupe sur *dix hystériques :* sept femmes, trois hommes; elles nous ont démontré que chez eux la nutrition, malgré les troubles du goût toujours présents et qui expliquent certaines bizarreries dans l'alimentation, s'effectuait *normalement*. Les éléments constitutifs de l'urine sont qualitativement et quantitativement les mêmes que chez les individus sains.

» *En résumé, chez l'hystérique, en dehors des manifestations pathologiques de la névrose autres que les stigmates permanents, la nutrition s'effectue normalement.*

» II. Les phénomènes pathologiques que nous avons plus particulièrement étudiés sont, en ce qui regarde l'attaque : 1° l'attaque convulsive aux quatre périodes ; 2° l'attaque bornée à l'une de ses périodes ou avec prédominance de cette période : formes épileptoïde, léthargique, etc.; 3° l'attaque à forme d'épilepsie partielle ; 4° les attaques de chorée rythmée, toux, etc.

» Dans tous les cas, les résultats des analyses, comprenant la période des vingt-quatre heures à partir du début de l'attaque, nous permettent de conclure : 1° qu'il y a diminution du résidu fixe, de l'urée, des phosphates ; 2° que le rapport entre les phosphates terreux et alcalins, qui, normalement, est comme 1 est à 3, devient toujours comme 1 est à 2 et souvent comme 1 est à 1. C'est ce que nous avons appelé l'*inversion de la formule des phosphates*.

» En ce qui regarde le volume de l'urine des vingt-quatre heures, celui-ci est en réalité diminué. La première miction qui suit l'attaque est

généralement plus considérable qu'une miction ordinaire. C'est elle qui crée la polyurie, lorsqu'elle existe.

» De plus, l'étude de la courbe des excreta urinaires, pendant la durée des états de mal, montre qu'au début il y a chute des éléments urinaires, puis plateau, et relèvement quelques jours avant la sortie de l'état de mal. Ce sont là des phénomènes dus à l'hystérie et non à l'inanition. L'étude de la courbe des excreta permet donc de prédire le retour de l'état normal.

» Quel que soit l'état de mal observé, le poids des sujets diminue journellement d'une quantité qui varie entre 200^{gr} et 300^{gr} par jour.

» III. Chimiquement, l'attaque d'hystérie est l'inverse de l'accès d'épilepsie, si l'on s'en rapporte aux travaux de MM. Lépine et Mairet que nous avons repris. Nous les avons complétés au point de vue de l'épilepsie partielle vraie symptomatique.

» Les accès d'épilepsie vraie et d'épilepsie partielle symptomatique, de même que les états de mal correspondants, se jugent par une *élévation considérable* des principes constitutifs de l'urine. L'attaque d'hystérie et les états de mal, quelque forme qu'ils revêtent, se jugent par une *diminution considérable* de ces mêmes principes. Cette différence radicale peut constituer, à l'occasion, un excellent élément pour le diagnostic parfois difficile de ces deux maladies convulsives. On comprend l'importance de cette question pour l'institution d'un traitement, surtout lorsque, dans l'épilepsie partielle vraie, celui-ci peut être la trépanation.

» Entre autres faits, nous avons pu, chez deux sujets, établir chimiquement la coexistence, à l'état isolé, de l'attaque d'hystérie et de l'accès d'épilepsie, confirmant ainsi l'opinion de M. Charcot : l'indépendance absolue des deux névroses, quelques formes similaires qu'elles puissent parfois revêtir.

» Dans une prochaine Communication nous ferons connaître le résultat des expériences que nous avons entreprises dans le service de M. le professeur Charcot sur des hystériques plongées dans l'état hypnotique. Elles démontrent que, pendant les périodes de léthargie, de catalepsie et de somnambulisme provoqués, il existe des modifications constantes des excreta urinaires, consistant dans l'abaissement du volume de l'urine, du taux du résidu fixe, de l'urée et des phosphates avec inversion de la formule de ces derniers. En un mot, les phénomènes observés se rapprochent jusqu'à se confondre avec ceux que nous avons notés dans l'attaque et l'état de mal hystériques, de même d'ailleurs que, cliniquement, l'hystérie

a de nombreux points de contact avec l'hypnose. L'analyse chimique nous fournit donc un nouveau stigmate à ajouter à l'hyperexcitabilité neuromusculaire, aux tracés pneumographiques de la catalepsie, tous phénomènes indépendants, à l'inverse des suggestions, de la volonté des sujets.

» Nous ajouterons que l'*état* dit *second* observé chez deux malades ne donne, au point de vue chimique, que des résultats négatifs ou très atténués dans le sens que nous venons d'indiquer, de même que les contractions, les paralysies hystériques n'influencent que peu ou pas les excreta urinaires. Il faut qu'il y ait *crise* pour que les modifications se produisent.

» Dans toutes nos analyses, nous nous sommes servi, pour doser l'urée, de l'appareil Yvon, à l'hypobromite de soude, en opérant toujours sur la cuve à mercure. Or l'hypobromite de soude, on le sait, ne décompose pas ou peu certains produits azotés, très voisins de l'urée, existant normalement dans l'urine en quantités très faibles. Dans les conditions toutes particulières où nous nous trouvions (état de mal léthargique, cataleptique, durant souvent plusieurs jours), ces produits azotés auraient pu se trouver dans des proportions beaucoup plus considérables. Aussi, à différentes reprises, avons-nous procédé au dosage de l'azote total, et jamais nous n'avons constaté une augmentation assez notable pour influencer nos résultats ordinaires. »

CHIRURGIE. — *Opération du strabisme sans ténotomie.* Note de M. H. **Parinaud**, présentée par M. Charcot.

« Mes recherches sur l'étiologie du strabisme, résumées dans une Note précédente, m'ont appris que le raccourcissement du muscle a une importance beaucoup moins grande, comme cause de déviation de l'œil, que la rétraction de la capsule de Tenon. Le seul débridement de la capsule donne, dans certains strabismes convergents, un redressement de 15° à 20°. Mais on peut arriver à une correction de 25° à 30° en combinant le débridement de la capsule avec son avancement au niveau du muscle que l'on suppose allongé, avancement que M. de Wecker a proposé pour augmenter l'effet de la ténotomie. L'opération comprend donc deux parties et s'exécute de la manière suivante, pour le strabisme convergent :

» 1° *Débridement de la capsule.* — Au niveau de l'insertion du muscle droit interne, à 2^{mm} de la cornée, on excise un pli vertical de la conjonctive et l'on détache assez largement cette membrane du tissu épiscléral et des adhérences prémuscu-

laires. Un fil, destiné à suturer la conjonctive à la fin de l'opération, est passé au bord du lambeau conjonctival et confié à un aide qui, en le soulevant, découvre plus complètement le muscle. Celui-ci étant chargé sur le crochet, comme pour la ténotomie, on l'isole latéralement de la capsule par deux coups de ciseau pratiqués sur ses bords. Le débridement de la capsule est complété par deux nouvelles incisions partant de l'insertion du muscle et dirigées presque verticalement en haut et en bas. En promenant le crochet au-dessus et au-dessous du muscle, on s'assure que le débridement est suffisant.

» 2° *Avancement de la capsule.* — Un nouveau pli vertical de la conjonctive est excisé près du bord opposé de la cornée, c'est-à-dire au niveau de l'insertion du droit externe. L'excision doit mettre à nu la sclérotique, en découvrant l'insertion du tendon. Une aiguille, munie d'un fil assez fort, est introduite près de l'extrémité supérieure du diamètre vertical de la cornée dans la conjonctive, pour ressortir dans la plaie, en intéressant le plus possible le tissu épiscléral. Elle est introduite ensuite sous le tendon du muscle, qu'elle traverse près de son bord supérieur, puis à travers la conjonctive, que l'on ramène au-devant de l'insertion musculaire à l'aide d'une pince.

» Un second fil est placé de la même manière à la partie inférieure. On serre fortement les deux fils, qui doivent agir, comme les sutures de Gaillard, par la rétraction cicatricielle qu'ils déterminent autant que par l'avancement capsulaire proprement dit.

» On constate alors l'effet obtenu. S'il est suffisant, on termine l'opération par une suture lâche de la conjonctive au niveau du droit interne, à l'aide du fil passé dans le lambeau conjonctival, au début de l'opération. Si le redressement est incomplet, on peut l'augmenter par un débridement plus large de la capsule ou par l'élongation du muscle à l'aide du crochet.

» Les deux premières sutures, qui ne doivent pas seulement favoriser la coaptation de la plaie capsulaire, mais déterminer deux brides cicatricielles, ne seront pas enlevées avant le quatrième jour. La dernière suture, qui a seulement pour but d'obtenir une coaptation plus régulière de la conjonctive, peut être enlevée vingt-quatre heures après l'opération.

» Les inconvénients de la ténotomie, c'est-à-dire du reculement de l'insertion musculaire, sont connus de tous les chirurgiens qui ont pu suivre assez longtemps leurs opérés. Elle donne de bons résultats immédiats; mais elle détermine une insuffisance du muscle reculé dont il est impossible de calculer les effets éloignés. Cette insuffisance, exagérée, dans certains cas, par le relâchement de la nouvelle insertion, apporte toujours une perturbation plus ou moins grande dans les mouvements associés des yeux, et elle est la cause de ces strabismes secondaires qui se produisent parfois à un certain âge, et qui expliquent les périodes de défaveur succédant aux périodes d'engouement dont la ténotomie a été l'objet.

» L'opération que je pratique, bien qu'elle limite certains mouvements, n'occasionne pas la même perturbation dans le fonctionnement des yeux, et elle doit donner toute sécurité pour l'avenir. »

PHYSIOLOGIE ANIMALE. — *Du rôle de l'air dans le mécanisme physiologique de l'éclosion, des mues et de la métamorphose chez les Insectes Orthoptères de la famille des Acridides.* Note de M. **J. Kunckel d'Herculais**, présentée par M. E. Blanchard.

« Les fonctions de l'ampoule cervicale définies, le rôle du sang dans le gonflement de l'ampoule reconnu, il n'en restait pas moins à résoudre le problème le plus important, c'est-à-dire à rechercher les moyens que les Acridiens emploient pour chasser le sang dans l'ampoule. A première vue, on serait tenté de croire que les mouvements de contraction et de relâchement alternatifs des muscles suffisent à déterminer la compression et la décompression du liquide sanguin; mais, par l'observation attentive des phénomènes de l'éclosion, on ne tarde pas à constater que leur action n'est que secondaire. Comment, en effet, un animal ayant à sa disposition une quantité de sang déterminée, contenue dans la cavité générale, peut-il chasser une masse considérable de ce liquide dans l'ampoule cervicale sans qu'on observe la moindre diminution dans le volume de telle ou telle région, l'amnios restant absolument appliqué contre le corps? Des dissections répétées m'ont permis de découvrir que les Acridiens usent d'un artifice tout à fait particulier pour diminuer la capacité de leur cavité générale: *ils remplissent leur jabot d'air au point de le distendre complètement;* des contractions musculaires, même peu énergiques, peuvent alors aisément chasser le sang dans l'ampoule cervicale. On comprend, d'après cela, que l'effort exercé par l'ampoule est d'autant plus énergique que le jabot est plus gorgé d'air.

» En possession de ce fait, j'ai pu établir qu'à chaque nouvelle mue, et au moment de la métamorphose complète, le jabot se remplissait d'air pour diminuer la capacité de la cavité générale, et que le sang venait toujours gonfler la région membraneuse, unissant en dessus la tête et le prothorax, région qui continue à jouer le rôle d'ampoule cervicale. Mais ici les fonctions bien spéciales du jabot acquièrent une grande importance, elles n'ont pas seulement pour but de permettre à l'Acridien d'opérer à l'aide de son sang une pression destinée à rompre l'enveloppe tégumentaire; elles lui donnent encore le moyen de disposer de son sang pour déplisser ses élytres et ses ailes [1].

---

[1] Pour le rôle du sang dans le déplissement des ailes, voir Kunckel d'Herculais,

» Il est essentiel de faire remarquer qu'au moment de l'éclosion, comme à l'époque des mues et de la métamorphose, les trachées ne sont pas gorgées d'air et que leurs vésicules sont aplaties et vides. L'appareil trachéen n'intervient donc nullement; l'air est introduit directement dans le jabot par simple déglutition.

» Il était intéressant de rechercher si des faits connexes n'avaient pas été déjà observés, et si l'on n'était pas en droit de supposer que nombre d'Insectes utilisaient l'air à la façon des Acridiens.

» En 1872, M. Monnier a signalé, dans une courte Note (¹), le fait de l'introduction de l'air dans l'œsophage et le gésier des nymphes de larves aquatiques (l'auteur n'en désigne ni l'ordre, ni le genre, ni l'espèce), en donnant une explication erronée de sa pénétration et une interprétation singulière de son rôle :

» Les organes respiratoires des nymphes, dit-il, servent à accumuler une profusion d'air dans l'œsophage et le gésier, et cet air, expulsé subitement par l'anus, projette mécaniquement l'insecte hors de ses téguments compliqués, instantanément et sans lutte.

» En 1877, M. le Dr Jousset de Bellesme a reconnu qu'au moment de la métamorphose, la Libellule déprimée avale et emmagasine de l'air dans son tube digestif; celui-ci, distendu, refoule les autres organes contre le tégument; sous l'influence de cette pression énergique, le liquide sanguin est poussé avec force vers la périphérie, distend les yeux, donne à sa tête sa forme définitive, puis, pénétrant dans l'aile, la déploie et y circule en y déposant le pigment qui doit la colorer (²). Mais les Libellules sont des Insectes dont la vie évolutive offre nombre de particularités, notamment celle d'effectuer, à l'état de larve et de nymphe, leur respiration par l'intermédiaire du tube digestif; n'y avait-il pas lieu de supposer, à juste titre, qu'on se trouvait en présence d'un cas spécial? En effet, douze années se sont écoulées depuis la publication du très intéressant Mémoire du Dr Jous-

---

Recherches sur l'organisation et le développement des Volucelles, p. 80 et suiv. Paris; 1875.

(¹) Monnier, *Sur le rôle des organes respiratoires chez les larves aquatiques* (*Comptes rendus*, t. LXXIV, p. 235; 1872).

(²) Jousset de Bellesme, *Phénomènes qui accompagnent la métamorphose chez la Libellule déprimée* (*Comptes rendus*, t. LXXXV, p. 448 et suiv.; 1877). — *Des phénomènes physiologiques de la métamorphose chez la Libellule déprimée*, p. 51 et suiv. Paris; 1878.

set et, à ma connaissance, aucune observation n'est venue corroborer la sienne ([1]).

» Des observations que j'ai faites sur les Acridiens, depuis la naissance jusqu'à la transformation en Insecte adulte, se dégagent ces conclusions :

» 1° Les Acridiens rompent la coque de l'œuf et, successivement, à chaque mue, jusqu'à la métamorphose, l'enveloppe tégumentaire dont ils doivent se débarrasser, par la pression exercée à l'aide de la membrane unissant dorsalement la tête au prothorax qui se transforme par afflux de sang en une *ampoule cervicale*.

» 2° A tous les stades du développement, les Acridiens diminuent la capacité de leur cavité générale par l'introduction directe d'air par déglutition dans le tube digestif, principalement dans le jabot, afin de pouvoir refouler le sang, soit dans un appareil spécial (ampoule cervicale), soit dans les différentes régions du corps, notamment dans les élytres et les ailes. »

PALÉONTOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur une nouvelle Lycopodiacée houillère* (Lycopodiopsis Derbyi). Note de M. B. RENAULT, présentée par M. Duchartre.

« Quelques échantillons silicifiés recueillis à Piracicaba, province de San Paulo, m'ont été adressés par M. O. Derby, Directeur du musée géologique de Rio de Janeiro, pour être examinés.

» Plusieurs offrent un certain intérêt ; dans cette Note il ne sera question que de deux fragments d'écorce et d'une section de tige se rapportant à une Lycopodiacée arborescente, trouvés dans des couches houillères ou permiennes, en connexion avec des tiges de Fougères arborescentes (*Psaronius*) et des bois de Cordaïte.

» Le premier fragment d'écorce mesure près de 1^{cm} d'épaisseur; d'un côté, il présente de nombreuses cicatrices disposées très régulièrement, de l'autre, une série de

([1]) L'introduction de l'air dans le tube digestif pour diminuer la capacité de la cavité générale, afin de permettre le refoulement du sang et de faciliter l'éclosion ainsi que les mues, est certainement employée par une foule d'Insectes appartenant à divers ordres. M. le professeur Balbiani vient de me communiquer une observation inédite qui confirme les miennes : un Hémiptère homoptère, *Delphax* (*Conomelus*) *limbata* Fab., pond ses œufs dans les tiges des joncs; le jeune, au moment de l'éclosion, remplit son tube digestif de bulles d'air.

cavités coniques correspondant au passage des faisceaux vasculaires se rendant aux feuilles.

» Les mamelons des cicatrices sont séparés par des sillons de largeur inégale et légèrement en relief sur la surface de l'écorce ; c'est ce relief qui détermine l'existence et la forme des sillons.

» Les mamelons sont disposés en quinconce sur deux lignes spirales croisées sous un angle de 90°. Quatre mamelons voisins forment une sorte de carré dont la diagonale transversale presque horizontale mesure 11^{mm} et la diagonale verticale 12^{mm}.

» Suivant la plus grande hauteur chaque mamelon atteint 5^{mm}, et 4^{mm} suivant sa largeur. Sa forme est un ovale irrégulier à grand axe vertical. En haut, de chaque côté, le contour est presque rectiligne, à angle supérieur tronqué ; le contour est plus arrondi à la partie inférieure du mamelon.

» On ne distingue sur ce dernier aucune trace de carène, mais seulement l'empreinte laissée par la base d'insertion de la feuille, indiquée par une sorte de bourrelet faisant saillie à la surface. La cicatrice foliaire a sensiblenent la même forme que celle du mamelon.

» Une cicatricule ponctiforme, placée un peu au-dessus du milieu de la cicatrice, marque le passage du faisceau foliaire ; ni le mamelon ni la cicatrice foliaire n'offrent la trace d'autres cicatricules.

» Sur le deuxième fragment d'écorce appartenant à un rameau plus jeune, les mamelons sont plus petits, moins oblongs, plus rapprochés ; ils mesurent 4^{mm} environ de hauteur et 3^{mm},5 de largeur. Il semble que la base d'attache de la feuille occupait toute la surface du mamelon, car on ne voit pas de trace du bourrelet qui sert de limite à la cicatrice foliaire sur les écorces plus âgées. Il est vraisemblable que l'accroissement en diamètre et en hauteur de la tige était accompagné, dans certaines limites, d'un développement des mamelons et d'une augmentation dans leur distance.

» Les cordons foliaires qui traversent l'écorce sont dirigés très obliquement, différant par cette particularité des cordons foliaires des *Lepidodendron* et surtout des Sigillaires.

» *Structure de la tige.* — Sur une coupe transversale, on observe au centre une moelle cylindrique, parenchymateuse, entourée par un cylindre ligneux constitué par des bandes vasculaires disposées en lames rayonnantes simples ou soudées par leur extrémité interne, de manière à produire la configuration d'un U ou d'un V. Ces lames simples ou doubles sont séparées par des rayons cellulaires, continuation du tissu de la moelle, mais dont les éléments, au lieu d'être polyédriques, se sont aplatis et allongés dans le sens du rayon.

» Les trachéides qui composent les bandes vasculaires sont rayées et réticulées ; elles vont en diminuant de calibre du centre à la périphérie ; les éléments trachéens occupent l'extrémité externe des bandes. Le liber, très mal conservé, forme une assise continue autour du cylindre ligneux. Des vides observés dans l'assise libérienne et dans l'écorce correspondent, sans aucun doute, au passage des cordons foliaires qui aboutissaient à l'extrémité périphérique des lames du cylindre ligneux.

» L'écorce est composée d'une assise interne, mince, parenchymateuse, et d'une couche plus épaisse (1^{cm}) formée de lames subéreuses disposées en réseaux, rappelant la conformation de la zone correspondante des écorces de quelques *Lepidodendron* et de certaines Sigillaires.

» Nous ne connaissons aucune plante fossile qui puisse être rapprochée de la plante brésilienne dont nous venons de donner une description sommaire.

» Parmi les plantes vivantes, le genre *Lycopodium* seul présente quelques analogies ([1]). Dans le *L. Pachystachya*, par exemple, on trouve la même disposition dans les lames vasculaires du cylindre ligneux; tantôt elles se présentent sous la forme de bandelettes isolées, tantôt sous celle d'un V dont les centres de différenciation sont à la périphérie; la moelle, à proprement parler, n'existe pas; mais si l'on admet qu'une tige semblable puisse devenir arborescente, les bandes vasculaires, se portant à la périphérie et devenant plus nombreuses en même temps que les feuilles, pourront former un cylindre ligneux limitant une moelle centrale. L'écorce elle-même subira des modifications importantes dans son organisation, surtout si elle doit se plier aux exigences du climat spécial de l'époque houillère. Toutefois, comme ces rapprochements ne constituent pas une identification, je désignerai sous le nom générique de *Lycopodiopsis* la plante fossile que je dédie à M. Derby. »

GÉOLOGIE. — *Les cailloux impressionnés*. Note de M. Ch. Contejean, présentée par M. Daubrée.

« Des poudingues tertiaires des collines de la Chaux, près de Montbéliard, fournissent une quantité prodigieuse de cailloux impressionnés entassés en amas énormes, mal stratifiés, au milieu de grès dont les couches amincies pénètrent confusément dans leur massif. Ces galets sont calcaires et proviennent de tous les étages jurassiques. Le nombre des empreintes est vraiment extraordinaire : j'en ai compté plus de deux cents sur un spécimen qui ne mesurait que 112^{mm} dans sa plus grande dimension. Les moindres grains de sable, aussi bien que les cailloux d'un certain volume, ont laissé leurs marques, souvent rapprochées au point de se confondre dans une tache unique où l'on ne distingue plus l'action isolée de chaque parcelle.

» Ces empreintes ont des apparences fort diverses. Les plus correctes,

([1]) Depuis longtemps déjà, j'ai établi l'existence des *Lycopodium* dans le terrain houiller. (Voir *Annales des Sciences naturelles*, 5e série, t. XII. *Lycopodium punctatum* B. R. et *Lycopodium Renaulti* Brongt.)

mais aussi les plus rares, sont des dépressions concaves à fond lisse, à bords vifs et sans bourrelet, dans lesquelles s'adapte exactemeat la partie convexe du caillou qui semble les avoir formées. On pourrait croire à une pénétration mécanique, mais il n'en est rien. M. Daubrée a reconnu, en effet, que le phénomène est dû à l'érosion, et il en a donné la preuve en reproduisant des cavités identiques sur des boules calcaires en contact à la surface desquelles suintait goutte à goutte une eau faiblement acidulée.

» D'autres empreintes, et ce sont de beaucoup les plus nombreuses, consistent en taches elliptiques indiquant un simple contact sans pénétration; elles se distinguent à leur teinte ocreuse, et mieux encore aux fines aspérités et aux vermiculations qui couvrent leur surface, pour s'atténuer et s'effacer sur le pourtour, où le contact est moins immédiat. Ici l'action corrosive se reconnaît avec la plus entière évidence, et l'on peut en suivre les progrès sur le même caillou dont les diverses empreintes montrent tous les degrés de l'attaque, depuis les simples taches jusqu'aux dépressions les plus profondes. Si la roche est d'une pâte grossière, les veines spathiques, les grains de sable, les menus débris de tests s'élèvent en saillie; si elle est oolithique, les petits globules qui la constituent s'évident, s'isolent davantage et deviennent beaucoup plus apparents.

» J'ai obtenu une érosion de contact absolument pareille sur un galet calcaire plongé avec plusieurs autres dans un bain d'acide chlorhydrique étendu.

» D'autres empreintes encore ressemblent beaucoup aux précédentes, mais s'en distinguent en ce que leur surface, unie ou corrodée, est plus ou moins complètement circonscrite par un sillon extrêmement net. Leur teinte ocreuse contraste avec la couleur plus claire du caillou. On croirait avoir sous les yeux une cavité pleine de quelque matière ferrugineuse; cependant une cassure à vif ou même un simple grattage montre qu'il n'y a ni cavité ni remplissage, et que la surface encadrée se trouve simplement recouverte d'un mince enduit. En faisant tomber goutte à goutte de l'acide chlorhydrique fort étendu sur des galets calcaires, j'ai vu qu'il détermine, aux endroits atteints, des érosions elliptiques dont les bords sont nettement accusés. Une couche de peinture rouge les rendrait semblables aux empreintes dont il est question.

» M. Daubrée a reconnu que les boules ne sont pas attaquées à leur point de contact si on les met simplement dans l'eau acidulée; or il n'est pas rare de rencontrer, dans nos poudingues, des spécimens qui ont dû se trouver dans des conditions analogues. L'empreinte consiste alors en un

anneau corrodé entourant une petite aire centrale en relief, où la pierre demeure intacte et conserve sa couleur naturelle. J'ai obtenu, dans mes expériences, les mêmes surfaces inattaquées.

» L'action de l'eau acidulée devient encore plus évidente, s'il est possible, sur les galets calcaires de l'alluvion du Doubs. On y reconnaît, sinon toujours des impressions en creux, au moins des corrosions parfaitement semblables à celles de nos poudingues, mais encore plus nettes et plus fraîches. Beaucoup sont annulaires, et circonscrivent une petite surface de contact où le galet n'est pas atteint. Dans ces alluvions d'origine récente, il n'y a, évidemment, que des infiltrations d'eau chargée d'acide carbonique qui aient pu ronger la pierre, et la preuve en est fournie par les concrétions très dures qui revêtent certains galets.

» J'ai laissé pour la fin quelques particularités de détail, qui ont leur importance et dont l'explication n'est pas aussi facile. Les empreintes en simples concavités décrites en premier lieu n'ont pas toujours la surface lisse; souvent leur fond se couvre de rides, d'aspérités et de reliefs appartenant à la substance même du caillou, de sorte qu'un galet impressionnant ne pourrait s'y emboîter. Les plus habituels de ces reliefs sont de petits massifs anguleux qui s'élèvent brusquement de plusieurs millimètres au-dessus du fond et vont quelquefois rejoindre le bord de l'empreinte; ils sont marqués sur leur pourtour de fines cannelures à angles vifs, identiques à celles des stylolites, et l'on trouve assez fréquemment enchâssés à la périphérie ou dans l'intérieur de menus fragments de calcaire également cannelés, dont les stries s'adaptent exactement avec les leurs. Il y a donc pénétration réciproque, et l'on est porté à croire que les petits fragments proviennent d'un autre caillou, de même que les rides et les rugosités font songer, contre toute vraisemblance, à des étirements et à des déchirures dans une matière plastique. N'ayant point actuellement à ma disposition les échantillons nécessaires, je réserve cette étude, qui ne peut avoir lieu que sur place, à vue des galets en contact [1]. »

M. Cl. Baradat adresse, de Barcelone, une Note relative à un baromètre de précision, à tube incliné.

---

(1) J'ai rassemblé, dans les collections de la Faculté des Sciences de Poitiers, de nombreux spécimens marqués des empreintes de toutes les catégories.

M. L. **Hugo** adresse une Note relative à certaines ombres portées, au voisinage de la tour Eiffel.

M. **Moro** adresse, par l'entremise de M. de Quatrefages, un compte rendu sommaire de conférences faites par lui, à Venise, sur l'histoire primitive de l'homme et le déluge universel.

A 4 heures et demie, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 4 heures trois quarts. M. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 8 avril 1890.

Sur la théorie mécanique de la réflexion et de la réfraction de la lumière; par C. Clavenad; br. in-8°. (Extrait des *Archives des Sciences physiques et naturelles*. Septembre 1889, troisième période, tome XXII.)

Archives italiennes de Biologie, sous la direction de A. Mosso. Tome XIII, fasc. I. Turin, Hermann Loescher, 1890; 1 vol. gr. in-8°.

The immature state of the Odonata. Part III, *subfamily Cordulina; by* Louis Cabot (*Memoirs of the Museum of comparative Zoology at Harvard College*, Vol. XVII, n° 1). Cambridge, U. S. A., printed for the Museum, 1890; br. in-4°.

O Theorii forem bilinearnych. Seipsal Eduard Weyr, V. Prazc, 1889; br. gr. in-8°.

Untersuchungen zur Naturlehre des Menschen und der Thiere. Herausgegeben von Jac. Moleschott. XIV. Band. Giessen, Verlag von Emil Roth, 1889; br. gr. in-8°.

Sitzungsberichte der königl. böhmischen Gesellschaft der Wissenschaften. Mathematisch-naturwissenschaftliche Classe. Jahrgang 1889, I. Band. Prag, 1889; 1 vol. gr. in-8°.

Ouvrages reçus dans la séance du 14 avril 1890.

Éloges académiques; par Joseph Bertrand. Paris, Hachette et Cie, 1890; 1 vol. in-16.

L'enseignement au village; par M. Émile Blanchard. Paris, Georges Chamerot, 1890; br. in-8°.

Sur quelques plantes vivant dans le test calcaire des Mollusques; par MM. Ed. Bornet et Ch. Flahault. Br. gr. in-8°. Extrait du *Bulletin de la Société botanique de France*. Tome XXXVI. (Congrès de Botanique tenu à Paris en août 1889.)

Description des machines et procédés pour lesquels des brevets d'invention ont été pris sous le régime de la loi du 5 juillet 1844, publiée par les ordres de M. le Ministre du Commerce et de l'Industrie. (Nouvelle série.) Tome cinquante-neuvième (1re et 2e Partie) et Tome soixantième. Paris, Imprimerie nationale, 1889-1890; 3 vol. in-4°.

Manuel de l'Inspecteur des viandes; par L. Villain et V. Bascou. Paris, Georges Carré, 1890; 1 vol. gr. in-8°. (Renvoyé au concours Bellion.)

La Thermodynamique et ses applications aux machines à vapeur; par A. Madamet. Paris, E. Bernard et Cie, 1889; 1 vol. gr. in-8°. (Présenté par M. de Bussy.)

La nutrition dans l'hystérie; par Gilles de la Tourette et H. Cathelineau. Paris, E. Lecrosnier et Babé, 1890; br. in-8°. (Renvoyé au concours du prix Lallemand.)

Bulletin de la Société géologique de France. Troisième série. Tome seizième. Feuilles 61-73 (Pl. XXXII-XXXVIII). *Réunion extraordinaire dans l'Allier* et *Table des matières*. Paris, au siège de la Société, 1888 à 1889; 1 vol. gr. in-8°.

Sur un genre particulier d'expériences capillaires; par G. van der Mensbrugghe. Bruxelles, F. Hayez, 1889; br. in-8°.

Sur la condensation de la vapeur d'eau dans les espaces capillaires; par G. van der Mensbrugghe. Bruxelles, F. Hayez, 1890; br. in-8°.

Intercolonial medical Congress of Australia. — Transactions of second session, held in Melbourne, Victoria, January, 1889. Melbourne, Stillwell and C°, 1889; 1 vol. gr. in-8°.

U. S. Department of Agriculture, division of Entomology. Bulletin n° 20. The Root-Knot disease of the peach, orange, and other plants in Florida, due to the work of anguillula; by J.-C. Neal. Washington, 1889; br. in-8°. —

Bulletin n° 21. Report of a Trip to Australia to investigate the natural enemies of the Fluted Scale; by ALBERT KOEBELE. Washington, 1890; br. in-8°. — *Insect life. Devoted to the economy and life-habits of Insects, especially in their relations to Agriculture.* Edited by C.-V. Riley and L.-O. Howard. Vol. II, nos 7, 8, 9. Washington, 1890; 2 br. in-8°.

Species Sargassorum Australiæ descriptæ et dispositæ. Auctore J.-G. AGARDH. Stockholm, 1889, Kongl. Boktryckeriet, P.-H. Norstedt et Söner; 1 vol. in-4°.

ERRATA.

(Séance du 10 février 1890.)

Note de M. *Léo Vignon*, Recherches thermochimiques sur la soie :

Page 287, ligne 22, *au lieu de* Quantités de chaleur dégagée en calories, *lisez* Quantités de chaleur dégagée en Calories.



N° 15.

TABLE DES ARTICLES. (Séance du 14 avril 1890.)

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

NOMINATIONS.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

CORRESPONDANCE.

N° 15.

SUITE DE LA TABLE DES ARTICLES.

PARIS. — IMPRIMERIE GAUTHIER-VILLARS ET FILS,
Quai des Grands-Augustins, 55.

1890

PREMIER SEMESTRE.

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

TOME CX.

N° 16 (21 Avril 1890).

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS ET FILS, IMPRIMEURS-LIBRAIRES

DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

Quai des Grands-Augustins, 55.

1890

RÈGLEMENT RELATIF AUX COMPTES RENDUS,

ADOPTÉ DANS LES SÉANCES DES 23 JUIN 1862 ET 24 MAI 1875.

Les *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie* se composent des extraits des travaux de ses Membres et de l'analyse des Mémoires ou Notes présentés par des savants étrangers à l'Académie.

Chaque cahier ou numéro des *Comptes rendus* a 48 pages ou 6 feuilles en moyenne.

26 numéros composent un volume.

Il y a deux volumes par année.

ARTICLE 1er. — *Impression des travaux de l'Académie.*

Les extraits des Mémoires présentés par un Membre ou par un Associé étranger de l'Académie comprennent au plus 6 pages par numéro.

Un Membre de l'Académie ne peut donner aux *Comptes rendus* plus de 50 pages par année.

Les communications verbales ne sont mentionnées dans les *Comptes rendus*, qu'autant qu'une rédaction écrite par leur auteur a été remise, séance tenante, aux Secrétaires.

Les Rapports ordinaires sont soumis à la même limite que les Mémoires; mais ils ne sont pas compris dans les 50 pages accordées à chaque Membre.

Les Rapports et Instructions demandés par le Gouvernement sont imprimés en entier.

Les extraits des Mémoires lus ou communiqués par les correspondants de l'Académie comprennent au plus 4 pages par numéro.

Un Correspondant de l'Académie ne peut donner plus de 32 pages par année.

Dans les *Comptes rendus*, on ne reproduit pas les discussions verbales qui s'élèvent dans le sein de l'Académie; cependant, si les Membres qui y ont pris part désirent qu'il en soit fait mention, ils doivent rédiger, séance tenante, des Notes sommaires, dont ils donnent lecture à l'Académie avant de les remettre au Bureau. L'impression de ces Notes ne préjudicie en rien aux droits qu'ont ces Membres de lire, dans les séances suivantes, des Notes ou Mémoires sur l'objet de leur discussion.

Les Programmes des prix proposés par l'Académie sont imprimés dans les *Comptes rendus*, mais les Rapports relatifs aux prix décernés ne le sont qu'autant que l'Académie l'aura décidé.

Les Notices ou Discours prononcés en séance publique ne font pas partie des *Comptes rendus*.

ARTICLE 2. — *Impression des travaux des Savants étrangers à l'Académie.*

Les Mémoires lus ou présentés par des personnes qui ne sont pas Membres ou Correspondants de l'Académie peuvent être l'objet d'une analyse ou d'un résumé qui ne dépasse pas 3 pages.

Les Membres qui présentent ces Mémoires sont tenus de les réduire au nombre de pages requis. Le Membre qui fait la présentation est toujours nommé; mais les Secrétaires ont le droit de réduire cet Extrait autant qu'ils le jugent convenable, comme ils le font pour les articles ordinaires de la correspondance officielle de l'Académie.

ARTICLE 3.

Le *bon à tirer* de chaque Membre doit être remis à l'imprimerie le mercredi au soir, ou, au plus tard, le jeudi à 10 heures du matin; faute d'être remis à temps, le titre seul du Mémoire est inséré dans le *Compte rendu* actuel, et l'extrait est renvoyé au *Compte rendu* suivant, et mis à la fin du cahier.

ARTICLE 4. — *Planches et tirage à part.*

Les *Comptes rendus* n'ont pas de planches.

Le tirage à part des articles est aux frais des auteurs; il n'y a d'exception que pour les Rapports et les Instructions demandés par le Gouvernement.

ARTICLE 5.

Tous les six mois, la Commission administrative fait un Rapport sur la situation des *Comptes rendus* après l'impression de chaque volume.

Les Secrétaires sont chargés de l'exécution du présent Règlement.

Les Savants étrangers à l'Académie qui désirent faire présenter leurs Mémoires par MM. les Secrétaires perpétuels sont priés de les déposer au Secrétariat au plus tard le Samedi qui précède la séance, avant 5h. Autrement la présentation sera remise à la séance suivante

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 21 AVRIL 1890,

PRÉSIDENCE DE M. HERMITE.

M. le **Président**, après la lecture de la Correspondance, prononce les paroles suivantes :

« L'Académie a fait une grande, une irréparable perte; M. Peligot a succombé mardi dernier à la maladie qui le tenait depuis longtemps éloigné de nous.

» Les découvertes et les travaux de notre Confrère ont rendu les plus éminents services à l'Agriculture et à l'Industrie; son nom est attaché à l'isolement et à la préparation de l'uranium; ses leçons de Chimie au Conservatoire des Arts et Métiers, à l'École centrale et à l'Institut agronomique laisseront un souvenir ineffaçable.

» Peligot, qui a donné l'exemple d'une longue carrière consacrée avec un absolu dévouement à l'étude et à ses devoirs, joignait au mérite scientifique la bonté et une grande élévation de caractère.

» Je rends à sa mémoire, au nom de l'Académie, à laquelle il a appartenu pendant trente-huit ans, le suprême hommage de notre affection et de nos regrets, je lève la séance en signe de deuil. »

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ASTRONOMIE. — *Sur la théorie du système optique formé par un double miroir plan installé devant l'objectif d'un équatorial et mobile autour d'un axe;* par MM. **Lœwy** et **Puiseux**.

« Dans une première Note présentée à l'Académie, nous avons exposé les formules relatives à l'emploi d'un miroir plan mobile autour d'un axe. Nous nous proposons d'étudier maintenant le système obtenu en remplaçant le miroir unique par deux surfaces réfléchissantes taillées sur un même bloc de verre en forme de prisme. L'axe de rotation étant supposé à peu près parallèle à l'axe optique de la lunette, on peut, comme l'a expliqué M. Lœwy dans des Communications antérieures, employer cet appareil à la mesure précise des distances et, par suite, à l'étude de l'aberration et de la réfraction. La théorie n'exige en aucune façon que le prisme soit monté avec une exactitude rigoureuse. Son installation, aussi bien que les coordonnées du point visé par la lunette, pourraient être erronées dans une mesure assez large, sans que la précision des mesures en soit diminuée. Toutefois, au point de vue pratique, il est nécessaire d'apporter quelque soin dans le réglage de l'appareil. La nature des opérations exige, en effet, qu'elles soient conduites avec une certaine rapidité. On devra donc s'attacher à faire disparaître tous les défauts d'orientation qui pourraient devenir une cause de tâtonnements ou de temps perdu. Afin de s'affranchir de l'erreur due à un changement possible de l'angle du prisme ou des conditions météorologiques de la réfraction, on fait reposer les conclusions non sur la distance mesurée d'un couple d'étoiles, mais sur la différence des distances de deux couples associés. Dans l'étude de la réfraction, il y a intérêt à obtenir le plus grand nombre possible de pointés pendant l'intervalle assez court où l'une des étoiles est voisine de l'horizon. Si c'est l'aberration que l'on étudie, on doit associer deux couples qui arrivent ensemble à l'égalité de hauteur : l'observation tout entière doit être comprise dans l'intervalle d'une heure et demie environ. Dans tous les cas, il est donc avantageux de pouvoir en quelques secondes de temps amener dans le champ un couple d'étoiles donné. On y arrivera sans peine si l'appareil est convenablement réglé, ce qui peut se faire par des procédés astronomiques ou physiques, que nous allons indiquer successivement.

» On pourrait considérer la théorie du double miroir comme une application pure et simple de celle du miroir unique. Mais comme les deux miroirs ne sont pas destinés à être employés isolément, il est préférable, tout en conservant les coordonnées RR′ de l'axe de rotation, de définir la situation de l'appareil à l'aide de quatre constantes nouvelles, qui ne se rapportent en particulier à aucune des deux surfaces réfléchissantes. Nous appellerons *axe de figure du prisme* une droite également inclinée sur les deux faces réfléchissantes et située dans un même plan avec les normales à ces deux faces.

» Nous appellerons *plan des normales* un plan mené par l'axe de figure et perpendiculaire à la fois aux deux faces du prisme. Soient, comme précédemment, R le point où l'axe de rotation prolongé rencontre la sphère céleste; Ry un grand cercle perpendiculaire au plan déterminé par l'axe optique et le pôle de l'instrument, le sens positif sur Ry étant opposé à celui du mouvement diurne; Rx le grand cercle obtenu en faisant tourner Ry de 90° autour du point R dans le sens des aiguilles d'une montre; F le point où l'axe de figure prolongé rencontre la sphère céleste. On désignera par r et r' les coordonnées du point F relativement aux axes Rx, Ry qui viennent d'être définis. Ces coordonnées auront des valeurs indépendantes de la situation attribuée à la lunette, et relatives à une lecture déterminée du cercle de position qui mesure la rotation du prisme.

» Pour définir cette lecture, nous imaginerons que par l'axe de rotation on fasse passer un plan P perpendiculaire au plan qui contient l'axe optique et le pôle boréal de l'instrument. Par l'axe de rotation, nous ferons passer un second plan P′ tournant avec le prisme et constamment perpendiculaire au plan des normales. Il y aura deux positions, répondant à des lectures qui diffèrent de 180°, où le plan P′ se trouvera perpendiculaire au plan P. On effectuera un réglage préalable, de telle sorte que l'une de ces lectures ait une valeur π voisine de 0°. C'est cette position que l'on adoptera comme position initiale du prisme, et c'est à elle que seront relatives les coordonnées r, r' qui servent à définir la direction de l'axe de figure.

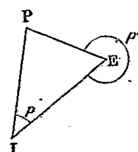
» Enfin nous désignerons par ε l'angle que fait chacune des deux surfaces réfléchissantes avec l'axe de figure. Les six quantités R, R′, r, r', ε, π, jointes à la lecture p du cercle de position, définissent d'une manière complète la situation du prisme par rapport à la lunette. Leur connaissance, jointe à celle des lectures du cercle et des constantes de la lunette, permettra de calculer les coordonnées d'un astre vu par réflexion au centre du champ avec l'une ou l'autre des deux surfaces. Les mêmes formules, appliquées à l'observation d'étoiles connues, dans des positions particu-

lières du prisme, permettront de déterminer les constantes R, R′, r, r', ε et π, ce qui est le but principal de la présente recherche.

» Pour évaluer les coordonnées vraies $\mathcal{A}_v$, $\mathcal{D}_v$ du point E vu par réflexion, on adoptera d'abord, pour les coordonnées du point I, visé directement par la lunette, les valeurs approchées $\mathcal{A}_i$, $\mathcal{D}_i$ qui résultent des lectures faites sur les cercles de l'instrument. On désignera par P le pôle boréal de l'instrument, et l'on résoudra le triangle PIE en admettant pour le côté IE la valeur 2ε et pour l'angle en I la lecture p faite sur le cercle de position du prisme. On trouvera ainsi des valeurs approchées $\mathcal{A}_i^v$, $\mathcal{D}_i^v$ pour les coordonnées du point E vu par réflexion. Ce procédé de calcul revient à considérer un instrument fictif dont l'installation serait parfaite. On amènera cet instrument théorique à coïncider avec l'instrument réel, en lui attribuant successivement tous les petits déplacements qui correspondent aux diverses constantes de la lunette et du prisme. Nous admettrons, comme dans notre étude sur la théorie des équatoriaux, que toutes les constantes ont des valeurs numériques assez faibles pour que l'on puisse prendre la correction totale égale à la somme de toutes les corrections partielles.

» Si l'on passe de la position directe de la lunette à la position inverse, on voit aisément que les constantes R, R′, r, r' changent de signes en gardant les mêmes valeurs absolues. Nous continuerons à appeler p' l'angle en E (*fig.* 1)

Fig. 1.



dans le triangle PIE, h_i, h_v les angles horaires des points I et E. Ces quantités, entrant en facteur dans les termes qui dépendent des constantes de la lunette, pourront être remplacées sans inconvénient par leurs valeurs provisoires, déduites des lectures des cercles ou de la résolution du triangle. Ces explications données, on aura les coordonnées d'un astre vu par réflexion en appliquant les formules qui suivent :

$$\begin{aligned}\mathcal{A}_v = \mathcal{A}_i^v + m + [\pm \mathrm{I}\sin(h_i - h_v) + n\cos h_v - \lambda \sin h_v \pm b\cos(h_i - h_v)]\operatorname{tang}\mathcal{D}_v \\ \pm c\cos\mathcal{D}_i[1 + \operatorname{tang}\mathcal{D}_v \operatorname{tang}\mathcal{D}_i \cos(h_i - h_v)] \\ \mp 2\Big[(\mathrm{R}\cos p + \mathrm{R}'\sin p + r)\sin p' \\ + (\mathrm{R}\sin p - \mathrm{R}'\cos p - r')\cos p' \sin^2\varepsilon \mp \frac{\pi}{2}\sin 2\varepsilon \cos p'\Big]\operatorname{séc}\mathcal{D}_v,\end{aligned}$$

$$\mathcal{D}_v = \mathcal{D}_i^v \pm \mathrm{I}\cos(h_i - h_v) + n\sin h_v + \lambda\cos h_v \pm b\sin(h_v - h_i) - c\sin\mathcal{D}_i\sin(h_i - h_v)$$
$$\mp 2\Big[(\mathrm{R}\cos p + \mathrm{R}'\sin p + r)\cos p'$$
$$- (\mathrm{R}\sin p - \mathrm{R}'\cos p - r')\sin p'\sin^2\varepsilon \pm \frac{\pi}{2}\sin 2\varepsilon\sin p'\Big].$$

» Dans ces formules, les signes supérieurs correspondent à la position directe, les signes inférieurs à la position inverse de la lunette. Si l'observation est faite avec la seconde surface, on devra calculer $\mathcal{A}_i^v$, $\mathcal{D}_i^v$, p' en changeant ε en $180° - \varepsilon$. Le même changement doit être fait dans le coefficient du terme en π. Nous ferons l'application des formules qui précèdent à deux cas particuliers qui évitent la résolution du triangle sphérique et sont, en même temps, comme nous l'avons déjà remarqué, les plus favorables pour la détermination exacte des constantes de l'appareil. Ce sont ceux où le plan des normales coïncide à peu près avec un cercle horaire ou avec l'équateur. Dans le premier cas, on devra faire : $\mathcal{A}_i^v = \mathcal{A}_i, \mathcal{D}_i^v = \mathcal{D}_i \pm 2\varepsilon$.

» Dans le second,

$$\mathcal{A}_i^v = \mathcal{A}_i \pm \operatorname{arc\,tang}(\operatorname{séc}\mathcal{D}_i \operatorname{tang} 2\varepsilon), \qquad \mathcal{D}_i^v = \operatorname{arc\,sin}(\cos 2\varepsilon\sin\mathcal{D}_i)$$

ou, si l'étoile visée est assez voisine de l'équateur,

$$\mathcal{A}_i^v = \mathcal{A}_i \pm 2\varepsilon\operatorname{séc}\mathcal{D}_i, \qquad \mathcal{D}_i^v = \mathcal{D}_i\cos 2\varepsilon.$$

» Ces deux cas peuvent eux-mêmes se subdiviser, suivant qu'on suppose la lunette dans la position directe ou inverse. Les observations faites dans un cercle horaire se partagent en deux groupes, suivant qu'on suppose le point visé directement plus austral ou plus boréal que l'étoile.

» Les observations faites dans l'équateur se divisent de même en deux groupes, suivant que l'on imagine que le point visé directement précède ou suit l'étoile en ascension droite. Pour plus de clarté, nous séparerons les équations relatives à la position directe et à la position inverse. Nous ferons correspondre les signes supérieurs et inférieurs, dans le cas du cercle horaire respectivement aux lectures 0° et 180°, dans le cas de l'équateur respectivement aux lectures 90° et 270° faites sur le cercle de position du prisme. On est ainsi conduit à former le Tableau suivant :

a. Cercle horaire; position directe, point visé plus austral que l'étoile :

$$(1)\quad \begin{cases} \mathcal{A} = \mathcal{A}_i + m + (n\cos h - \lambda\sin h + b)\operatorname{tang}\mathcal{D}_v \\ \quad + c\cos 2\varepsilon\operatorname{séc}\mathcal{D}_v - 2(\mathrm{R}' \pm r')\sin^2\varepsilon\operatorname{séc}\mathcal{D}_v - \pi\sin 2\varepsilon\operatorname{séc}\mathcal{D}_v, \end{cases}$$

$$(2)\quad \mathcal{D} = \mathcal{D}_i^v + \mathrm{I} + n\sin h + \lambda\cos h + 2(\mathrm{R} \pm r).$$

b. Cercle horaire; position directe, point visé plus boréal que l'étoile :

$$(3)\quad \left\{ \begin{aligned} \mathcal{A} &= \mathcal{A}_i + m + (n\cos h - \lambda \sin h + b)\operatorname{tang}\mathcal{D}_\nu \\ &+ c\cos 2\varepsilon \operatorname{séc}\mathcal{D}_\nu - 2(R' \pm r')\sin^2\varepsilon \operatorname{séc}\mathcal{D}_\nu + \pi \sin 2\varepsilon \operatorname{séc}\mathcal{D}_\nu, \end{aligned} \right.$$

$$(4)\quad \mathcal{D} = \mathcal{D}_i^\nu + I + n\sin h + \lambda\cos h + 2(R \pm r).$$

c. Cercle horaire; position inverse, le point visé plus austral que l'étoile :

$$(5)\quad \left\{ \begin{aligned} \mathcal{A} &= \mathcal{A}_i + m + (n\cos h - \lambda \sin h - b)\operatorname{tang}\mathcal{D}_\nu - c\cos 2\varepsilon \operatorname{séc}\mathcal{D}_\nu \\ &+ 2(R' \pm r')\sin^2\varepsilon \operatorname{séc}\mathcal{D}_\nu - \pi \sin 2\varepsilon \operatorname{séc}\mathcal{D}_\nu, \end{aligned} \right.$$

$$(6)\quad \mathcal{D} = \mathcal{D}_i^\nu - I + n\sin h + \lambda\cos h - 2(R \pm r).$$

d. Cercle horaire; position inverse, point visé plus boréal que l'étoile :

$$(7)\quad \left\{ \begin{aligned} \mathcal{A} &= \mathcal{A}_i + m + (n\cos h - \lambda \sin h - b)\operatorname{tang}\mathcal{D}_\nu - c\cos 2\varepsilon \operatorname{séc}\mathcal{D}_\nu \\ &+ 2(R' \pm r')\sin^2\varepsilon \operatorname{séc}\mathcal{D}_\nu + \pi \sin 2\varepsilon \operatorname{séc}\mathcal{D}_\nu, \end{aligned} \right.$$

$$(8)\quad \mathcal{D} = \mathcal{D}_i^\nu - I + n\sin h + \lambda\cos h - 2(R \pm r).$$

e. Équateur; position directe, le point visé précède l'étoile :

$$(9)\quad \mathcal{A} = \mathcal{A}_i^\nu + m + c + 2(R' \pm r),$$

$$(10)\quad \mathcal{D} = \mathcal{D}_i^\nu + I\cos 2\varepsilon + n\sin h_\nu + \lambda\cos h_\nu + b\sin 2\varepsilon - 2(R \mp r')\sin^2\varepsilon + \pi\sin 2\varepsilon.$$

f. Équateur; position directe, le point visé suit l'étoile :

$$(11)\quad \mathcal{A} = \mathcal{A}_i^\nu + m + c + 2(R' \pm r),$$

$$(12)\quad \mathcal{D} = \mathcal{D}_i^\nu + I\cos 2\varepsilon + n\sin h_\nu + \lambda\cos h_\nu - b\sin 2\varepsilon - 2(R \mp r')\sin^2\varepsilon - \pi\sin 2\varepsilon.$$

g. Équateur; position inverse, le point visé précède l'étoile :

$$(13)\quad \mathcal{A} = \mathcal{A}_i^\nu + m - c - 2(R' \pm r),$$

$$(14)\quad \mathcal{D} = \mathcal{D}_i^\nu - I\cos 2\varepsilon + n\sin h_\nu - \lambda\cos h_\nu - b\sin 2\varepsilon + 2(R \mp r')\sin^2\varepsilon + \pi\sin 2\varepsilon.$$

h. Équateur; position inverse, le point visé suit l'étoile :

$$(15)\quad \mathcal{A} = \mathcal{A}_i^\nu + m - c - 2(R' \pm r),$$

$$(16)\quad \mathcal{D} = \mathcal{D}_i^\nu - I\cos 2\varepsilon + n\sin h + \lambda\cos h + b\sin 2\varepsilon + 2(R \mp r')\sin^2\varepsilon - \pi\sin 2\varepsilon.$$

» Ces formules suggèrent immédiatement la marche la mieux appropriée à la détermination des constantes du prisme. On dispose pour chacune d'elles de plusieurs méthodes susceptibles de se contrôler mutuellement. Nous signalerons seulement les plus avantageuses. L'indice supérieur ajouté à une coordonnée instrumentale indiquera quelle est dans le Tableau précédent l'équation dont on fait usage, et par suite dans

quelles conditions on doit se mettre pour observer. L'indice inférieur désignera la lecture faite sur le cercle de position du prisme.

» 1°. *Angle du prisme.* — On déduira des observations faites dans le cercle horaire sur une même étoile $\varepsilon = \frac{\mathcal{D}_0^4 - \mathcal{D}_0^2}{4}$.

» On évitera toute correction, de réfraction, en choisissant une étoile voisine du zénith. L'angle du prisme s'obtiendra avec une précision encore plus grande par la mesure de la distance d'un couple d'étoiles bien connues. Nous reviendrons ultérieurement sur les conditions où l'on doit se placer pour effectuer cette mesure.

» 2° *Erreur d'index.* — Les observations faites dans le cercle horaire donneront $\pi = \frac{\mathcal{A}_0^1 - \mathcal{A}_0^3}{2 \sin 2\varepsilon \,\text{séc}\, \mathcal{D}_\rho}$. Le changement produit par la réfraction dans l'intervalle des deux opérations sera insensible si l'on prend l'étoile près du méridien.

» 3° *Détermination des coordonnées de l'axe de figure par rapport à l'axe de rotation.* — D'une simple rotation de 180°, attribuée au prisme, sans déplacement de la lunette, on déduira $r = \frac{\mathcal{D}_{180}^2 - \mathcal{D}_0^2}{4}$, $r' = \frac{\mathcal{A}_0^1 - \mathcal{A}_{180}^1}{4 \sin^2 \varepsilon \,\text{séc}\, \mathcal{D}_\rho}$. On voit avec quelle facilité on détermine l'écart des deux axes, sans faire intervenir en aucune façon les lectures des cercles de l'instrument, non plus que les coordonnées absolues des étoiles.

4° *Coordonnées de l'axe de rotation par rapport à l'axe optique.* — La combinaison des mesures faites dans un cercle horaire pour deux lectures opposées du prisme et dans les positions directe et inverse de la lunette donne $R = \frac{1}{8}[\mathcal{D}_0^6 + \mathcal{D}_{180}^6 - \mathcal{D}_0^2 - \mathcal{D}_{180}^2] - \frac{I}{2}$. Cette formule montre qu'il sera indispensable, pour obtenir R, de connaître l'erreur d'index en déclinaison et, par suite, de pouvoir compter sur les lectures absolues du cercle. La méthode la plus avantageuse pour obtenir R' repose sur l'emploi des observations faites dans l'équateur. On trouve ainsi

$$R' = \frac{1}{8}[\mathcal{A}_{90}^{14} + \mathcal{A}_{270}^{13} - \mathcal{A}_{90}^{9} - \mathcal{A}_{270}^{9}] - \frac{c}{2}.$$

» La connaissance de R' est, comme on le voit, subordonnée à celle de la collimation de la lunette. La même circonstance se présente si l'on veut se servir des observations faites dans le cercle horaire.

» On voit que la détermination des éléments R et R' est plus laborieuse et moins sûre que celle des quatre autres constantes qui fixent la situation du double miroir. Mais nous verrons, en étudiant l'application de l'appareil à la mesure des distances, que les constantes R et R' peuvent sans incon-

vénient acquérir une valeur sensible et qu'il n'est même pas nécessaire de les connaître exactement. Le seul point essentiel est d'obtenir une coïncidence à peu près parfaite entre l'axe de rotation et l'axe de figure. Il suffira, pour connaître si cette condition est remplie, d'effectuer les opérations destinées à déterminer r et r', c'est-à-dire de simples retournements du prisme. On arrivera en très peu de temps à rectifier l'appareil, si les observations astronomiques accusent l'imperfection du premier réglage.

» C'est ainsi que nous avons procédé à l'époque du premier établissement du prisme. Mais nous avons reconnu depuis qu'en suivant la méthode physique qui va être indiquée il est possible d'arriver du premier coup à une installation définitive, c'est-à-dire à rendre parallèles l'axe optique de la lunette, l'axe de rotation et l'axe de figure du double miroir. Les observations astronomiques ne doivent être employées que comme moyen de contrôle. La monture du double miroir étant en place et munie de son cercle de position, on introduit à la place du prisme un collimateur dont l'axe est établi aussi exactement que possible parallèlement à l'axe optique de la lunette. Ce collimateur porte une croisée de fils éclairée de manière à donner une image dans le champ.

» Quand on fait tourner la monture, la croisée des fils paraît décrire dans le champ un cercle dont le centre est l'image d'un rayon entré dans la lunette parallèlement à l'axe de rotation du prisme. Si ce centre ne coïncide pas avec le centre du champ, on fera en sorte de l'y ramener, en agissant sur des vis rectificatives adaptées à la monture du prisme. Quand ce résultat est obtenu, on peut affirmer que l'axe de rotation du prisme est parallèle à l'axe optique de la lunette.

» On introduit ensuite le double miroir dans sa monture, après avoir enlevé le collimateur, que l'on fixe sur le tube de la lunette et, par conséquent, d'une manière indépendante de la monture du prisme. On dirige l'axe du collimateur de manière à lui faire faire un angle égal à 2ε avec l'axe optique. Quand on fera tourner le prisme, il y aura deux positions pour lesquelles l'axe de rotation, l'axe optique et la normale au miroir deviendront parallèles à un même plan. L'une des deux surfaces fera alors un angle égal à ε, soit avec l'axe du collimateur, soit avec l'axe optique de la lunette, et la croisée des fils apparaîtra dans le champ.

» Faisons maintenant tourner le prisme de 180°. Si l'axe de figure est parallèle à l'axe de rotation, la seconde surface se substituera exactement à la première, et l'image de la croisée des fils viendra se reformer au même point. Si le parallélisme des axes est imparfait, l'image aura éprouvé un déplacement, susceptible d'être décomposé en deux autres, l'un parallèle,

l'autre perpendiculaire au plan de réflexion. On fera disparaître ces deux écarts à l'aide de petites cales en papier introduites entre le prisme et son barillet, ou mieux au moyen de vis permettant de déplacer le barillet portant le prisme par rapport à sa monture. Les observations ont prouvé que le réglage effectué suivant ce procédé, par M. Gautier, était très satisfaisant au point de vue pratique. L'appareil ainsi rectifié peut être employé aux mesures de distances, sans qu'il soit nécessaire de procéder à la détermination astronomique des constantes. »

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Sur la loi électrodynamique de Weber.* Note de M. H. POINCARÉ.

« A la fin de son immortel Ouvrage (2e édition, t. II, Chap. XXIII, art. 858), Maxwell étudie la loi électrodynamique de Weber et cherche à en tirer les lois connues de l'induction. Son analyse contient une suite de graves erreurs qu'il importe de rectifier, bien que le résultat final soit exact *en ce qui concerne les courants fermés*.

» Le résultat est, au contraire, inexact en ce qui concerne les courants non fermés, et l'on me permettra de terminer par quelques réflexions au sujet de l'application de la loi de Weber à ce cas à peu près inaccessible à l'expérience.

» Maxwell calcule la dérivée seconde $\frac{\partial^2 r}{\partial t^2}$ qui entre dans la formule de Weber, et il arrive au résultat suivant qui est l'équation qu'il appelle (27) :

$$(27)\quad \left\{\begin{aligned}\frac{\partial^2 r}{\partial t^2} &= v^2\frac{d^2 r}{ds^2} + 2vv'\frac{d^2 r}{ds\,ds'} + v'^2\frac{d^2 r}{ds'^2}\\ &\quad + \frac{dv}{dt}\frac{dr}{ds} + \frac{dv'}{dt}\frac{dr}{ds'} + v\frac{dv}{ds}\frac{dr}{ds} + v'\frac{dv'}{ds'}\frac{dr}{ds'} + \frac{d^2 r}{dt^2}.\end{aligned}\right.$$

» Cette équation est inexacte; il faudrait, pour la rectifier, ajouter au second membre les deux termes suivants :

$$2v\frac{d^2 r}{ds\,dt} + 2v'\frac{d^2 r}{ds'\,dt}.$$

» Lorsqu'on tient compte des actions des deux électricités de nom contraire, tous les termes se détruisent, sauf ceux en v et en $\frac{dv}{dt}$; les seuls termes

de $\frac{\partial^2 r}{\partial t^2}$ dont nous ayons à tenir compte sont les deux suivants :

$$\frac{dv}{dt}\frac{dr}{ds} + 2v\frac{d^2 r}{ds\,dt}.$$

» Maxwell ne tient compte que du premier de ces deux termes. Il trouve alors pour l'expression de la force électromotrice due à l'induction de l'élément *ds* sur l'élément *ds'*

$$(30)\qquad \frac{dr}{ds}\frac{dr}{ds'}\frac{d}{dt}\left(\frac{i}{r}\right)ds\,ds';$$

il devrait trouver

$$\frac{dr}{ds}\frac{dr}{ds'}\frac{d}{dt}\left(\frac{i}{r}\right)ds\,ds' + 2\frac{i}{r}\frac{d^2 r}{ds\,dt}\frac{dr}{ds'}ds\,ds'.$$

» Il commet ensuite une seconde erreur qui, dans le cas des courants fermés, a pour effet de compenser la première.

» Intégrant, dit-il, cette expression par rapport à s et à s', on obtient pour la force électromotrice dans le second circuit

$$(31)\qquad \int\!\!\int \frac{dr}{ds}\frac{dr}{ds'}\frac{d}{dt}\left(\frac{i}{r}\right)ds\,ds' = \frac{d}{dt}i\int\!\!\int\frac{dr}{ds}\frac{dr}{ds'}\frac{1}{r}ds\,ds' = -\frac{d(\mathrm{M}i)}{dt}.$$

» Cette égalité ne serait juste que si $\frac{dr}{ds}$ et $\frac{dr}{ds'}$ étaient indépendants du temps, ce qui n'a pas lieu.

» Maxwell aurait dû trouver pour la force électromotrice totale

$$\int\!\!\int\left[\frac{dr}{ds}\frac{dr}{ds'}\frac{d}{dt}\left(\frac{i}{r}\right) + \frac{2i}{r}\frac{d^2 r}{ds\,dt}\frac{dr}{ds'}\right]ds\,ds' = -\frac{d(\mathrm{M}i)}{dt} + \mathrm{J}i,$$

en posant, pour abréger,

$$\mathrm{J} = \int\!\!\int\left(\frac{1}{r}\frac{d^2 r}{ds\,dt}\frac{dr}{ds'} - \frac{1}{r}\frac{d^2 r}{ds'\,dt}\frac{dr}{ds}\right)ds\,ds'.$$

» Dans le cas des courants fermés, l'intégration par parties donne

$$\int\!\!\int\frac{1}{r}\frac{d^2 r}{ds\,dt}\frac{dr}{ds'}ds\,ds' = -\int\!\!\int\log r\,\frac{d^3 r}{dt\,ds\,ds'}ds\,ds'$$

et de même

$$\int\!\!\int\frac{1}{r}\frac{d^2 r}{ds'\,dt}\frac{dr}{ds}ds\,ds' = -\int\!\!\int\log r\,\frac{d^3 r}{dt\,ds\,ds'}ds\,ds'.$$

» On a donc $J = 0$, et la force électromotrice est bien égale, comme l'indique Maxwell, à $-\frac{d(Mi)}{dt}$.

» Voyons ce qui se passe dans le cas des courants non fermés. Posons encore

$$M = -\int\int \frac{dr}{ds}\frac{dr}{ds'}\frac{1}{r}\,ds\,ds';$$

le travail de l'action électrodynamique mutuelle des deux circuits est égal à $ii'dM$, c'est-à-dire à l'accroissement du *potentiel* électrodynamique Mii', accroissement calculé comme si les intensités étaient constantes.

» On peut s'étonner de voir que le travail de l'attraction électrodynamique de deux courants *non fermés* soit égal à l'accroissement d'un certain potentiel. On sait, en effet, qu'il n'en est pas ainsi avec la loi d'Ampère, et la loi de Weber conduit précisément, pour l'attraction de deux éléments de courants, à la formule même d'Ampère.

» La contradiction n'est qu'apparente : la loi de Weber ne conduit à la formule d'Ampère qu'à la condition de supposer uniformes les vitesses de l'électricité à travers les conducteurs. Dans un courant non fermé, il ne peut pas en être ainsi. Considérons, en effet, une molécule électrique parcourant un fil non fermé AMB; elle part du point A où elle est au repos, acquiert une certaine vitesse et arrive à l'autre extrémité B, où elle s'arrête, sa vitesse ayant décru jusqu'à zéro. Dans le voisinage des points A et B, cette molécule possède donc une accélération dont il faut tenir compte, puisque cette accélération entre dans la formule de Weber. Il résulte de là que les éléments du courant voisins des extrémités A et B n'obéiront pas à la loi d'Ampère. C'est ce qui explique pourquoi, dans la théorie de Weber, il ne suffit pas, pour obtenir l'action de courants non fermés, de composer entre elles les actions élémentaires calculées par la formule d'Ampère.

» Revenons à l'induction; d'après les idées habituellement reçues, la force électromotrice d'induction du premier circuit sur le second devrait être égale à $-\frac{d(Mi)}{dt}$. C'est à cette valeur que le calcul erroné dont j'ai parlé plus haut conduit Maxwell, et cette valeur est d'ailleurs conforme au principe de la conservation de l'énergie.

» Mais, en rectifiant ce calcul comme je l'ai fait plus haut, on trouve une valeur différente qui est

$$-\frac{d(Mi)}{dt} + Ji.$$

» *Dans le cas des courants non fermés, le terme correctif* J *n'est pas nul.*

» Et cependant, Maxwell dit quelques lignes plus haut (art. 856) :

» Weber's law is also consistent with the principle of conservation of energy in so far that a potential exists, and this is all that is required for the application of the principle by Helmholtz and Thomson. Hence we may assert, even before making any calculations on the subject, that Weber's law will explain the induction of electric currents.

» Ainsi, avant tout calcul, Maxwell se croyait certain de trouver la valeur $-\frac{d(\mathrm{M}i)}{dt}$.

» Que devons-nous donc conclure? *Il est inexact que le principe de la conservation de l'énergie suffise pour faire prévoir les lois de l'induction.* C'est d'ailleurs ce que savent déjà ceux qui ont lu les critiques profondes et spirituelles de M. Bertrand, dans sa *Théorie mathématique de l'Électricité :*

» On peut, dit M. Bertrand, page 212, remarquer avec grande raison que les deux courants qui s'attirent deviennent solidaires; il est impossible de considérer l'un d'eux comme formant un système isolé.

» J'ajouterai que, si on le faisait, on serait conduit à des contradictions comme celle que M. Bertrand signale au commencement de la page 217.

» Cherchons donc à tenir compte de toutes les circonstances du problème, en *admettant*, bien entendu, bien des choses, comme, par exemple, les lois de Joule, de Ohm et de Faraday.

» *Admettons* que l'induction du premier circuit sur le second comprend deux termes, l'un proportionnel à i et dépendant du déplacement relatif des deux circuits, l'autre proportionnel à $\frac{di}{dt}$ et dépendant de la variation de l'intensité.

» La force électromotrice due à l'induction du premier circuit sur le second pourra alors s'écrire

$$-\mathrm{B}\frac{di}{dt}-\mathrm{C}i.$$

» La force électromotrice due à l'induction du second circuit sur le premier s'écrira

$$-\mathrm{B}'\frac{di'}{dt}-\mathrm{C}'i'.$$

» Voici alors ce qu'on peut tirer du principe de la conservation de

l'énergie

$$(a) \qquad B = B', \qquad C + C' = \frac{dM}{dt} + \frac{dB}{dt}.$$

» Il est *naturel d'admettre* que, si un courant égal à i se déplace pour aller d'une position H dans une position voisine H', la force électromotrice due à ce déplacement sera égale à celle que produiraient la disparition d'un courant égal à i en H et la naissance d'un courant égal à i en H', disparition et naissance qui seraient dues non à des déplacements de circuits, mais à des variations d'intensité.

» Si l'on adopte cette hypothèse, *qui ne s'impose pas d'une manière absolue,* on aura

$$(b) \qquad C = \frac{dB}{dt}, \qquad C' = \frac{dB'}{dt},$$

et il viendra

$$(c) \qquad B = B' = M, \qquad C = C' = \frac{dM}{dt}.$$

» C'est ce que l'on suppose d'ordinaire; c'est ce qui arrive certainement pour les courants fermés; c'est le résultat auquel conduit le calcul erroné de Maxwell pour les courants non fermés.

» Mais si l'on rectifie ce calcul, on trouve

$$(d) \qquad B = B' = M, \qquad C = \frac{dM}{dt} - J, \qquad C' = \frac{dM}{dt} + J.$$

» Ces valeurs sont conformes, comme les valeurs (c), aux équations (a) déduites du principe de la conservation de l'énergie; mais on voit que, si l'on adopte la théorie de Weber, il faut renoncer, pour les courants non fermés, aux hypothèses exprimées par les équations (b), quelque naturelles qu'elles puissent paraître.

» Si l'on renonce à ces hypothèses, le principe de la conservation de l'énergie devient insuffisant pour déterminer les coefficients d'induction.

» Je suis heureux d'avoir appuyé d'un argument nouveau les judicieuses critiques de M. Bertrand. »

THERMOCHIMIE. — *Sur la chaleur de formation et sur les réactions de l'hydroxylamine ou oxyammoniaque;* par MM. **Berthelot** et **André**.

« L'hydroxylamine ou oxyammoniaque a pris une grande importance en Chimie organique, à cause de la multitude de dérivés intéressants auxquels elle donne naissance. Mais pour mesurer le travail chimique accompli dans la formation de ces dérivés, il est essentiel de connaître d'abord la chaleur de formation de l'hydroxylamine à partir de ses éléments. Or cette quantité n'a été mesurée jusqu'ici que par des procédés qui laissent quelque chose à désirer. L'un de nous l'a déterminée en 1877 [1], en décomposant l'hydroxylamine par la potasse, ce qui la transforme en azote et ammoniaque. Depuis, M. Thomsen a préféré opérer avec l'azotate de cette base, mêlé d'azotate d'argent et mis en présence d'un excès d'ammoniaque, ce qui produit de l'azote, du protoxyde d'azote et de l'argent métallique. Ces réactions sont compliquées, le calcul est subordonné à l'exactitude de données multiples, et la nécessité de tenir compte de la solubilité des gaz, spécialement de celle du protoxyde d'azote, laisse toujours une certaine incertitude.

» Nous avons pensé qu'il était préférable d'opérer par une voie plus simple et plus directe, en décomposant l'azotate d'hydroxylamine cristallisé en ses éléments par l'action de la chaleur.

» *Azotate.* — Ce sel a été préparé, sur notre demande, par Kahlbaum. Il n'avait pas été isolé jusqu'à présent, à notre connaissance, dans l'état solide.

» C'est un beau corps cristallisé, fusible vers 48° et susceptible de surfusion, très soluble dans l'eau et très hygrométrique.

» Son analyse a donné, pour 100 parties,

Az.................... 28,91   La théorie indique........ 29,16

Nous avons déterminé d'abord la chaleur absorbée lorsqu'on le dissout dans 50 fois environ son poids d'eau.

» Deux essais ont fourni, à 11°,3, pour 1 molécule,

$AzO^6H, AzH^3O^2 = 96^{gr}$... $-5^{Cal},90$ et $-5^{Cal},97$ Moy... $-5^{Cal},93$

---

[1] *Annales de Chimie et de Physique*, 5e série, t. X, p. 433.

Cette dissolution, décomposée par la soude en proportion équivalente, à 11°,3 et 11°,5, a fourni $+ 5^{Cal},01$ et $+ 5^{Cal},08$.

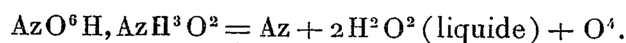
» D'où l'on déduit, par la chaleur de neutralisation, à 11°,4 :



AzH^3O^2 étendue $+$ AzO^6H étendu .... $+ 9^{Cal},2$

Nous avons ensuite décomposé l'azotate d'hydroxylamine, placé entre deux petites pastilles de naphtaline, dans la bombe calorimétrique suivant notre méthode ordinaire. Le poids de naphtaline doit être voisin au moins de la moitié de celui du sel, si l'on veut obtenir une décomposition complète. On a soin de placer à l'avance, dans l'intérieur de la bombe, 10^{gr} d'eau; afin d'absorber l'acide azotique qui prend naissance en quantité notable dans cette décomposition : cet acide est dosé ensuite avec soin. Il ne contient que des quantités sensiblement nulles d'acide azoteux, d'après dosages.

» Cela fait, on retranche de la chaleur dégagée celle qui répond à la combustion du poids de naphtaline employée et à la formation de l'acide azotique dosé. On a obtenu ainsi les nombres suivants, pour la résolution de l'azotate d'hydroxylamine en azote, oxygène et eau,



$$AzO^6H, AzH^3O^2 = Az + 2H^2O^2 \text{ (liquide)} + O^4.$$

» Pour 1 gramme du sel :

I.	560^{cal}
II.	537
III.	525
IV	520
Moyenne.....	535,5

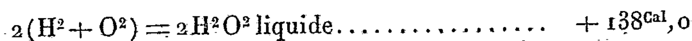
» Soit pour 96^{gr} du sel :

$+ 51^{Cal},41$ à volume constant,
$+ 50^{Cal},29$ à pression constante.

» Soit maintenant, d'après les mesures antérieures de M. Berthelot et celles du présent travail :

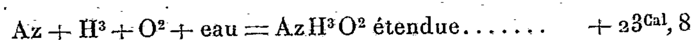
$Az + O^6 + H = AzO^6H$ étendu	$+ 48^{Cal},8$
$Az + H^3 + O^2 = AzH^3O^2$ étendue	x
Union de l'acide et de la base	$+ 9,2$
Séparation du sel solide	$+ 5,9$
Décomposition	$+ 50,3$
Somme.....	$+ 114,2 + x$

» D'autre part, on a le même état final en unissant l'hydrogène et l'oxygène :



$$2(H^2 + O^2) = 2H^2O^2 \text{ liquide} \ldots\ldots \quad + 138^{Cal},0$$

» La différence, soit $x = + 23^{Cal},8$, représente la formation de l'hydroxylamine en solution étendue :



$$Az + H^3 + O^2 + \text{eau} = AzH^3O^2 \text{ étendue} \ldots\ldots \quad + 23^{Cal},8$$

» Voici quelques-uns des rapprochements auxquels donne lieu cette détermination, d'après les données empruntées aux expériences de M. Berthelot :

» Formation depuis les éléments, comparée avec celles de l'ammoniaque et de ses sels :

	Cal		Cal
Oxyammon. diss. : $Az + H^3 + O^2$	+ 23,8	Ammoniaque dissoute..........	+ 21,0
Azotate : $Az + H^3 + O^2 + AzO^6H$ étendu = sel dissous..	+ 33,0	$Az^2 + H^3 + AzO^6H$ étendu = sel dissous..................	+ 33,4
» $Az^2 + H^4 + O^6$ = sel diss..	+ 81,8	$Az^2 + H^4 + O^6$ = sel dissous.....	+ 82,2
» » sel solide	+ 87,7	» sel solide......	+ 88,4
Chlorhydrate : $Az + H^3 + O^2 + HCl$ étendu = sel dissous........	+ 33,0	$Az + H^3 + HCl$ étendu = sel dissous........................	+ 33,4
» $Az + H^4 + O^2 + Cl$ sel dissous.....	+ 72,3	$Az + H^4 + Cl$ = sel dissous......	+ 72,7
» sel solide......	+ 75,9	» sel solide.......	+ 76,6
Sulfate : $Az + H^3 + O^2 + SO^4H$ étendu = sel dissous..	+ 34,6	$Az + H^3 + SO^4H$ étendu = sel dissous.......................	+ 35,5
» $Az + H^4 + S + O^6$ = sel dissous............	+139,6	$Az + H^4 + S + O^4$ = sel dissous..	+140,5
» » sel solide (1)	+140,1	» sel solide...	+141,7

» Ces nombres donnent lieu à une remarque fort importante, à savoir que l'ammoniaque et l'oxyammoniaque, ainsi que leurs sels, sont formées depuis les éléments avec des dégagements de chaleur extrêmement voisins, aussi bien dans l'état dissous que dans l'état solide. La formation de l'ammoniaque libre dégage un peu moins de chaleur (soit $2^{Cal},8$) que l'oxyammoniaque, dans l'état dissous; mais cet écart est comblé et même un

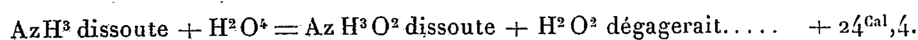
(1) Le nombre $- 2^{Cal},9$ que j'ai donné ailleurs pour la chaleur de dissolution du sulfate se rapporte au sel renfermant 1 équivalent d'eau de cristallisation et correspondant au sulfate SO^4AzH^4, HO.

peu au delà pour les sels, parce que l'ammoniaque est une base plus forte et dégage plus de chaleur, environ $+ 3^{Cal},2$, dans l'état dissous, en s'unissant aux divers acides. Dans l'état solide, les chaleurs de dissolution des sels correspondants étant fort voisines, le rapprochement entre les chaleurs de formation depuis les éléments subsiste.

» Il résulte de cette remarque que la chaleur dégagée par la transformation de l'ammoniaque en hydroxylamine, tant à l'état libre qu'à l'état dissous, ne répondrait nullement à une oxydation proprement dite, car

					Cal
AzH^3......	dissous	$+ O^2 = AzH^3O^2$.......	dissous	dégagerait seulement	+ 2,8
AzH^3, HCl..	dissous	$+ O^2 = AzH^3O^2, HCl$...	dissous	»	— 0,4
	solide		solide		— 0,7
AzH^3, AzO^6H.	dissous	$+ O^2 = AzH^3O^2, AzO^6H$.	dissous	»	— 0,4
	solide		solide		— 0,7
AzH^3, SO^4H.	dissous	$+ O^2 = AzH^3O^2, SO^4H$.	dissous	»	— 0,9
	solide		solide		— 1,6

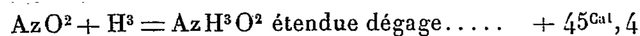
» Ces chiffres si faibles ne répondent pas davantage à ceux observés dans la formation d'un aldéhyde organique au moyen d'un carbure d'hydrogène, telle que celle de l'aldéhyde ordinaire par l'éthylène ($+ 66^{Cal}$), ou du camphre au moyen du camphène ($+ 78^{Cal}$); non plus qu'à celle d'un alcool, équivalente à la substitution des éléments de l'eau (H^2O^2) à l'hydrogène H^2, dans un carbure, laquelle dégage environ $+ 36^{Cal}$, toutes quantités de chaleur considérables. La fixation de l'oxygène sur l'eau, pour produire de l'eau oxygénée, H^2O^4, ne s'en écarte pas moins, car elle absorbe, au contraire, $- 21^{Cal},6$: d'où il résulte que la fixation de l'eau oxygénée sur l'ammoniaque



$$AzH^3 \text{ dissoute} + H^2O^4 = AzH^3O^2 \text{ dissoute} + H^2O^2 \text{ dégagerait.....} \quad + 24^{Cal},4.$$

» On voit par ces rapprochements que la transformation de l'ammoniaque en oxyammoniaque et, par suite, la fonction chimique de celle-ci offrent un caractère tout à fait spécial.

» Si nous rapportons la formation de l'oxyammoniaque au bioxyde d'azote, nous aurons



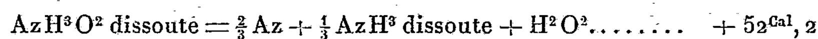
$$AzO^2 + H^3 = AzH^3O^2 \text{ étendue dégage.....} \quad + 45^{Cal},4$$

» La réduction d'un corps nitré ou d'un éther nitrique, changé en oxyammoniaque par l'hydrogène ou par une action hydrogénante, dégage nécessairement bien moins de chaleur que la réduction parallèle qui le

transformerait en ammoniaque; soit à peu près en moins la chaleur de formation d'une molécule d'eau, H^2O^2 : 69^{Cal}. Cette circonstance explique pourquoi la formation de l'hydroxylamine exige le concours de conditions extrêmement ménagées, afin de ne pas dépasser le but.

» Voici maintenant la chaleur dégagée dans les principales transformations de l'hydroxylamine :

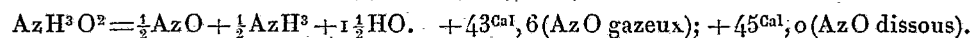
» *Décomposition par la potasse concentrée :*



$$AzH^3O^2 \text{ dissoute} = \tfrac{2}{3}Az + \tfrac{1}{3}AzH^3 \text{ dissoute} + H^2O^2 \ldots\ldots\ldots \quad +52^{Cal},2$$

» J'avais donné précédemment un nombre un peu plus fort, $+57,0$; mais ce nombre avait été déduit, comme il a été indiqué, des données d'une réaction qui n'était pas totale et où il se formait un peu de protoxyde d'azote. En tenant compte de ces circonstances, les résultats sont approchés.

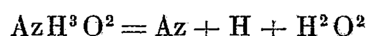
» *Décomposition par l'ammoniaque concentrée* (*Annales de Chimie et de Physique*, 5e série, t. X, p. 441) :



$$AzH^3O^2 = \tfrac{1}{2}AzO + \tfrac{1}{2}AzH^3 + 1\tfrac{1}{2}HO. \quad +43^{Cal},6 \text{ (AzO gazeux)}; \ +45^{Cal},0 \text{ (AzO dissous)}.$$

» Cette décomposition est lente et se produit à froid. Elle dégage moins de chaleur que la précédente; ce qui explique pourquoi celle-ci a lieu de préférence, dès que la température s'élève, ou que les réactions concomitantes sont plus énergiques.

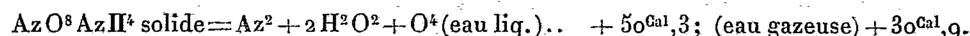
» La résolution simple en azote, hydrogène et eau,



$$AzH^3O^2 = Az + H + H^2O^2$$

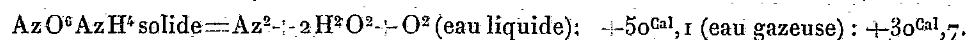
dégagerait à peu près la même quantité de chaleur ($+45^{Cal},2$). Un tel résultat explique l'action réductrice si énergique de l'oxyammoniaque, un excès d'énergie de $45^{Cal},2$ sur l'action de l'hydrogène libre étant mis en jeu dans cette circonstance. Ceci rentre donc dans l'explication générale de l'état naissant, exposée par M. Berthelot en 1865.

» *Décomposition de l'azotate d'oxyammoniaque par la chaleur.* — Cette décomposition dégage, d'après les expériences ci-dessus :



$$AzO^8AzH^4 \text{ solide} = Az^2 + 2H^2O^2 + O^4 \text{ (eau liq.)} \ldots \quad +50^{Cal},3; \ \text{(eau gazeuse)} +30^{Cal},9.$$

» Elle peut dès lors revêtir le caractère d'une décomposition explosive; précisément comme la décomposition de l'azotate d'ammoniaque



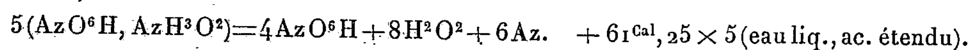
$$AzO^6AzH^4 \text{ solide} = Az^2 + 2H^2O^2 + O^2 \text{ (eau liquide)}: \ +50^{Cal},1 \ \text{(eau gazeuse)}: +30^{Cal},7.$$

» Les quantités de chaleur sont sensiblement les mêmes avec les deux bases. Ajoutons que la décomposition de l'azotate d'oxyammoniaque, de même que celle de l'azotate d'ammoniaque et de la plupart des matières explosives, s'effectue suivant des modes multiples, variables avec les circonstances et parfois simultanées, en donnant naissance aux divers oxydes de l'azote [1]. Signalons seulement les suivantes :

Formation du protoxyde d'azote : $Az^2O^2 + 2H^2O^2$ (liquide) $+ O^2$. $+ 29^{Cal},7$; eau gaz. : $+ 10^{Cal},3$
Formation du bioxyde d'azote : $AzO^2 + 2H^2O^2$ eau liquide ..... $+ 8^{Cal},1$; eau gaz. : $- 11^{Cal},3$

» Cette dernière réaction est endothermique, c'est-à-dire conforme au caractère général des décompositions chimiques. Elle paraît avoir lieu sur une portion de matière, lorsqu'on décompose l'azotate à une basse température. Du moins, en réduisant dans nos expériences au chiffre le plus bas la dose de naphtaline destinée à provoquer la décomposition par sa combustion, par exemple, en en employant seulement 7 pour 100 du poids de l'azotate, on en a obtenu en acide azotique étendu (résultant de la transformation ultérieure du bioxyde par l'oxygène excédant et l'eau mise en présence) près des deux tiers de la quantité répondant à une métamorphose intégrale.

» Cette réaction consécutive, due à l'oxygène extérieur, doit être distinguée de celle qui transformerait directement l'azotate d'hydroxylamine en acide azotique et azote libre, laquelle ne peut avoir lieu à haute température :

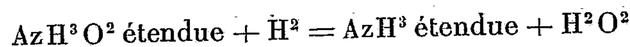

$5(AzO^6H, AzH^3O^2) = 4AzO^6H + 8H^2O^2 + 6Az.$ $+ 61^{Cal},25 \times 5$ (eau liq., ac. étendu).

» *Action de l'oxygène.* — Voici les chiffres qui répondent à la métamorphose de l'oxyammoniaque dans l'azote et dans ses divers oxydes, chiffres utiles pour calculer les réactions simples ou complexes de ce composé :

	Cal	Pour O.
AzH^3O^2 étendue $+ O = 3HO$ liq. $+ Az$	$+ 79,7$	$+ 79,7$
» $+ O^2 = 3HO$ $+ AzO$ gaz	$+ 69,4$	$34,7$
Acide hypoazoteux étendu $= \frac{1}{2} Az^2O^2$	$+ 51,0$	$25,5$
AzH^3O^2 étendue $+ O^3 = 3HO$ $+ AzO^2$	$+ 58,1$	$19,4$
» $+ O^4 = 3HO$ $+ AzO^3$ étendu...	$+ 75,5$	$18,9$
» $+ O^5 = 3HO$ $+ AzO^4$ gaz......	$+ 77,1$	$15,4$
» $+ O^6 = 3HO$ $+ AzO^5$ étendu...	$+ 95,0$	$15,8$

(1) *Annuaire des Longitudes* pour 1888, p. 653.

» Ces chiffres sont applicables aux oxydes métalliques, en en retranchant la chaleur propre de formation de ces oxydes au moyen d'un équivalent d'oxygène. Il existe d'ailleurs des oxydes métalliques, tels que l'oxyde d'argent, qui fournissent à la fois, par leur réaction sur l'hydroxylamine, deux dérivés azotés : l'azote et son protoxyde, sans que le mécanisme d'une semblable formation complexe soit éclairci. Enfin l'action de l'hydrogène formant de l'ammoniaque et de l'eau



$$AzH^3O^2 \text{ étendue} + H^2 = AzH^3 \text{ étendue} + H^2O^2$$

dégage presque la même quantité de chaleur qu'avec l'oxygène libre, soit

$$69 - 2,8 = +66^{Cal},2.$$

» Nous avons cru devoir développer les données précédentes, parce qu'elles caractérisent la mécanique chimique de l'hydroxylamine, dont les réactions fécondes et variées ont fait l'objet d'une multitude de travaux depuis quelques années. »

PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUE. — *Sur la nutrition dans l'hystérie.* Note de M. **Bouchard.**

« Dans une Note présentée dans la dernière séance et insérée aux *Comptes rendus*, MM. Gilles de la Tourette et M. Cathelineau attribuent à M. Empereur cette opinion que la nutrition est ralentie dans l'hystérie et que, dès lors, les hystériques peuvent ne pas manger ou vomir tous leurs aliments sans perdre sensiblement de leur poids. C'est précisément une explication que j'avais déjà démontrée, que j'avais, en tout cas, enseignée et publiée en juillet 1873 (*Progrès médical*). Mais mon explication visait seulement les vomissements hystériques. On trouve la même restriction dans le travail de M. Empereur qui, comme il le déclare, n'a fait que développer une idée puisée dans mon enseignement. Je dois dire que M. Empereur a apporté à cette démonstration l'appui d'observations cliniques multiples et de très nombreuses analyses soit de l'urine, soit de l'air expiré. En effet M. Empereur, dans son *Essai sur la nutrition dans l'hystérie*, 1876, a soin d'indiquer que nous n'attribuons pas ce ralentissement de la nutrition à l'hystérie en général; citant mes paroles, il s'exprime ainsi p. 80 : « *Certaines* hystériques ont donc les mouvements de la nutrition ralentis,

» sinon suspendus ; elles ne dépensent rien ; elles n'ont par conséquent, pas » besoin d'acquérir; et si elles vomissent, c'est parce qu'elles mangent. »

» M. Empereur a fait mieux : il a démontré que chez d'autres hystériques l'élimination de l'urée et de l'acide carbonique est normale (p. 153). On trouverait même dans le travail de M. Empereur (p. 48 et 156) l'indication d'un fait que MM. Gilles de la Tourette et Cathelineau ont plus complètement démontré : c'est que l'arrêt de la nutrition chez les hystériques peut se produire en relation avec des états pathologiques autres que les vomissements et l'anorexie. »

M. **Darboux**, en présentant à l'Académie le Tome II des *Œuvres de Fourier* qu'il a publiées sous les auspices du Ministère de l'Instruction publique, s'exprime comme il suit :

« J'ai l'honneur de présenter à l'Académie le Tome second et dernier des *Œuvres de Fourier*. Il contient les Mémoires détachés que l'illustre physicien-géomètre a publiés dans différents Recueils.

» Les plus importants forment un complément naturel de la *Théorie analytique de la chaleur*. On y trouvera les recherches de Fourier sur la théorie de la chaleur rayonnante, sur le refroidissement séculaire du globe terrestre, sur la température des espaces planétaires, etc.

» Une autre série de travaux se rapporte à la résolution des équations numériques. Fourier a, comme on sait, apporté sur ce sujet des vues nouvelles qui se sont montrées fécondes entre les mains de Sturm et de ses successeurs.

» Enfin, nous avons reproduit aussi un Mémoire important sur le principe des vitesses virtuelles, et différents travaux relatifs à l'analyse des probabilités, que Fourier a publiés pour éclairer les recherches statistiques dont la direction lui avait été confiée par le comte de Chabrol.

» MM. Gauthier-Villars n'ont pas voulu laisser terminer cette édition, digne en tous points de leur réputation, sans joindre au Tome II un beau portrait de Fourier. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination de Commissions chargées de juger les Concours de l'année 1890, ou de présenter des questions de prix.

Le dépouillement du scrutin donne les résultats suivants :

Prix Montyon (Arts insalubres). — MM. Schlœsing, Fremy, Troost, Schützenberger, Bouchard réunissent la majorité des suffrages. Les membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Larrey et Gautier.

Prix Trémont. — MM. Bertrand, Hermite, Sarrau, Berthelot, Fremy réunissent la majorité des suffrages. Les membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Daubrée et Deprez.

Prix Gegner. — MM. Bertrand, Hermite, Berthelot, Chauveau, Bouchard réunissent la majorité des suffrages. Les membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Fizeau et Daubrée.

Commission chargée de présenter une question de *Grand prix des Sciences mathématiques* pour l'année 1892. — MM. Hermite, Poincaré, Darboux, Jordan, Bertrand réunissent la majorité des suffrages. Les membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Picard et Fizeau.

Commission chargée de présenter une question de *Prix Bordin (Sciences mathematiques)* pour l'année 1892. — MM. Hermite, Poincaré, Jordan, Darboux, Bertrand réunissent la majorité des suffrages. Les membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Picard et Fizeau.

Commission chargée de présenter une question de *Prix Damoiseau* pour l'année 1893. — MM. Faye, Lœwy, Tisserand, Wolf, Janssen réunissent la majorité des suffrages. Les membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Mouchez et Bertrand.

CORRESPONDANCE.

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète Brooks* (19 *mars* 1890), *faites à l'équatorial coudé* (0^m,35 *d'ouverture libre*) *de l'observatoire de Lyon;* par M. G. **Le Cadet**, présentées par M. Mouchez.

Comète.

Date 1890.	Temps moyen de Paris.	✶⚞ — ✶. Δα.	Δδ.	Nombre de comp.	α app.	Log. fact. parall.	δ app.	Log. fact. parall.	✶.
	h m s	m s	′ ″		h m s		° ′ ″		
Mars 28...	16.21. 7	—0. 7,31	+7.19,3	10:10	21.10.44,50	$9,573_n$	+ 9.19.19,5	0,761	(*a*)
29...	16. 5.39	—0.27,91	+0.21,6	15:15	21.10.51,46	$9,584_n$	+ 9.46.17,0	0,763	(*b*)
Avril 2...	16. 5.57	—3.58,32	—0.29,8	4:12	21.11. 8,97	$9,572_n$	+11.39.55,7	0,748	(*c*)

Positions des étoiles de comparaison.

Date.	✶.	Gr.	α moyenne 1890,0.	Réduction au jour.	δ moyenne 1890,0.	Réduction au jour.	Autorités.
			h m s	s	° ′ ″	″	
Mars 28	(*a*)	9	21.10.52,92	—1,11	+ 9.12.12,7	—12,5	$\frac{1}{3}$[W_1 190 + Sj. 8591 + $Rümk_1$ 9067].
29	(*b*)	8	21.11.20,46	—1,09	+ 9.46. 8,0	—12,6	$\frac{1}{2}$[W_1 203 + Gl. 5407].
Avril 2	(*c*)	8	21.15. 8,30	—1,01	+11.40.38,5	—13,0	$\frac{1}{2}$[Lam. 2581 + Arg. 4541].

» *Mars* 28. — La comète se présente sous la forme d'une nébulosité presque ronde de l'éclat d'une 11e,5 grandeur, et sans point de condensation remarquable.

» *Remarque.* — Ces observations ont été faites sur champ obscur au moyen du micromètre à fils de platine. Ces fils ont une épaisseur de 7″ d'arc, c'est-à-dire de près de 0^s,5 en temps à l'équateur. »

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Sur le minimum actuel de l'activité solaire et la tache de très haute latitude de mars* 1890. Note de M. **A. Ricco**, adressée par M. Janssen.

« Le nombre des taches solaires en 1889 a été bien inférieur à celui des années précédentes; en outre, en 1889, on a observé le Soleil sans tache pendant 203 jours, et en octobre et novembre pendant 40 jours con-

sécutifs. Dans la série des nombres semblables de la période undécennale précédente de l'activité solaire, ces nombres de 1889 correspondent à ceux de 1878, année du minimum, et à une distance précise de 11 ans. Il est donc bien probable que le minimum solaire actuel a eu lieu vers la fin de 1889.

» Cette probabilité s'accroît par le fait de l'apparition, le 4 mars 1890, d'une tache *importante* à une latitude héliographique très élevée; d'après les observations et les calculs faits par moi et l'assistant, M. Mascari, la latitude moyenne de cette tache, du 4 au 14 mars, est $+34^\circ$. Il faut remonter jusqu'à 1881 pour trouver des taches importantes à de si hautes latitudes. La réapparition de pareilles taches indique la fin du minimum; la production des taches va recommencer par les hautes latitudes, d'après la loi de Carrington et Spörer, dont la vérification dans les deux derniers cycles de l'activité solaire a été mise en si grande évidence par M. Christie.

» Il est connu que les petites taches sans pénombre, les *pores*, peuvent apparaître à des latitudes très élevées à toute époque : par exemple, le 7 septembre 1887 et le 30 juin 1889, nous avons observé des *pores* à $+42^\circ 30'$ et -41°; mais ce ne sont que des phénomènes secondaires et incomplets qui n'ont pas la signification des grandes taches complètes.

» Il faut remarquer que la tache de mars, pendant sa demi-rotation visible, est passée à une bien petite distance du point nord du disque solaire, c'est-à-dire à moins de $\frac{1}{6}$ du diamètre, ce qui donnait l'apparence d'une latitude encore plus élevée. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une transformation des équations différentielles du premier ordre.* Note de M. **Paul Painlevé**, présentée par M. Picard.

« M. Appell a appliqué aux équations différentielles d'un ordre quelconque (en particulier du premier ordre) entre y et x la transformation

$$y = ay_1 + b, \qquad x = \varphi(x_1).$$

» Dans son Mémoire publié par le *Journal de Mathématiques* (4e série, tome V), il a signalé également la transformation

$$y = \frac{ay_1 + b}{cy_1 + d}, \qquad x = \varphi(x_1), \tag{1}$$

et M. Elliot, dans une Note récente, a appliqué ces généralités à une classe d'équations particulière. J'ai, de mon côté, indiqué (*Comptes rendus*, octobre 1888) l'utilité que présentent la transformation (1) et les *invariants* correspondants pour l'étude des équations du premier ordre dont l'intégrale n'admet qu'un nombre donné de valeurs se permutant autour des points critiques mobiles. Je veux insister ici sur ce point.

» Soit

$$(2) \qquad y' = \frac{P(y, x)}{Q(y, x)}$$

une équation où P et Q représentent deux polynômes en y de degré i et j. Si n désigne le plus grand des deux nombres i et $j+2$, la substitution (1) la plus générale transforme l'équation (2) en une équation analogue où le numérateur est de degré n, le dénominateur de degré $(n-2)$ en y. On peut toujours supposer l'équation (2) écrite sous cette forme, en introduisant (s'il est nécessaire) des coefficients nuls. Pour qu'on puisse passer de l'équation (2) à une équation analogue (2)', par une substitution (1), *il faut et il suffit que les* $(2n-5)$ *invariants distincts de chaque équation soient égaux respectivement*.

» Il est facile de ramener l'équation (2) la plus générale à une forme *réduite* où ces invariants sont mis en évidence. Soit α une racine, d'ordre p, de l'équation

$$(3) \qquad Q(\alpha, x) = 0;$$

en posant

$$y = \frac{\alpha y_1 + \beta}{y_1 + \delta}, \qquad x = \varphi(x_1),$$

on détermine β, δ et φ, à l'aide de deux quadratures, de telle façon que l'équation en y_1, x_1 soit de la forme

$$(4) \quad y'_1 = \frac{y_1^n + a_{n-2}(x_1)y_1^{n-2} + \ldots + a_{(n-p+2)}(x_1)y_1^{n-p+2} + a_{(n-p)}(x_1)y_1^{n-p} + \ldots + a_0(x_1)}{y_1^{n-2-p} + b_{n-1}(x_1)y_1^{n-3-p} + \ldots + b_0(x_1)}.$$

» Les coefficients de y_1^n au numérateur, de y_1^{n-2-p} au dénominateur, sont égaux à l'unité; les termes de degré $(n-1)$ et $(n-1-p)$ manquent au numérateur. A chaque racine α de (3) correspond une forme réduite (4). La racine α étant déterminée, les coefficients de (4) dépendent de deux constantes arbitraires : toutes les équations (4) s'obtiennent en rem-

plaçant dans l'une d'entre elles y_1 par Cy_1, et x_1 par $\left(\frac{x_1}{C^{p+1}} + h\right)$, C et h étant deux constantes. Dans le cas général, $p = 1$; les $(2n - 5)$ coefficients de (4) forment un système d'invariants distincts de l'équation (2). L'équation de Riccati est la seule qui ne puisse se ramener à une forme telle que (4).

» Par exemple, l'équation

$$(5) \qquad y' = \frac{ay^3 + by^2 + cy + d}{ey + f}$$

(déjà étudiée par MM. Appell et R. Liouville) se transforme, par une substitution (1), en la suivante :

$$(5)' \qquad y' = y^3 + J.$$

» De même, l'équation

$$(6) \qquad y' = \frac{ay^4 + by^3 + cy^2 + dy + e}{fy^2 + gy + h}$$

se ramène à l'une des deux formes

$$(6)' \qquad y' = \frac{y^4 + Ay + B}{y + C} \quad \text{ou} \quad y' = y^4 + Ay^2 + B,$$

suivant que les racines du dénominateur sont distinctes ou confondues.

» Proposons-nous maintenant d'étudier les équations (2) dont l'intégrale générale ne prend que deux valeurs autour des points critiques mobiles: ces équations sont de la forme (5) ou (6); on les ramène d'abord aux formes (5)' ou (6)', et l'on détermine facilement les conditions invariantes auxquelles elles doivent satisfaire; on forme même, *explicitement*, toutes ces équations, comme aussi toutes les équations (5) dont l'intégrale ne prend que trois valeurs autour des points critiques mobiles, etc.

» Dans un autre ordre d'idées, on peut chercher à reconnaître si une équation (2) se ramène, par une substitution (1), à une équation (2)' *numériquement* déterminée. La substitution (1), quand elle existe, s'obtient algébriquement, à moins que l'équation considérée n'admette un groupe continu de transformations (1). L'équation de Riccati jouit de cette propriété. Existe-t-il d'autres équations (2) qui restent invariantes pour un tel groupe? Pour le voir, ramenons l'équation (2) à la forme réduite (4). Sous cette forme, l'équation ne peut rester invariante que pour une substi-

tution telle que

$$y = Cy_1, \qquad x = \frac{x_1}{C^{p+1}} + h;$$

on démontre que h est nécessairement de la forme

$$h = \beta\left(1 - \frac{1}{C^{p+1}}\right),$$

β étant indépendant de C; si donc on pose $\xi = (x-\beta)^{-\frac{1}{p+1}}$, l'équation entre y et ξ,

$$y' = f(y, \xi),$$

est telle que la transformation $y = ky_1$, $\xi = k\xi_1$ la laisse invariante. *Donc* $f(y, \xi)$ *est homogène et de degré* 0 : *l'équation s'intègre par quadratures.*

» Plus généralement, soit une équation $(2)'$ dépendant de fonctions et de constantes arbitraires, c'est-à-dire dont les coefficients sont liés par certaines relations différentielles, et proposons-nous de reconnaître si une équation (2) se ramène, par une substitution (1), à une équation $(2)'$. On vérifie s'il en est ainsi algébriquement, et, en identifiant les formes réduites de (2) et de $(2)'$, on voit que la substitution (1), si elle existe, s'obtient à l'aide de quadratures.

» Tous ces résultats s'étendent sans peine aux équations algébriques de degré quelconque en y' et y. En particulier, les équations qui restent invariantes pour un groupe continu de transformations (1) se déduisent, par une telle transformation, des équations homogènes : ladite transformation se calcule d'ailleurs par quadratures, *et l'équation, par suite, est intégrable, sauf quand c'est une équation de Riccati.* »

GÉOMÉTRIE. — *Construction du rayon de courbure de certaines classes de courbes, notamment des courbes de Lamé et des paraboles et hyperboles de divers ordres.* Note de M. G. **Fouret**.

« 1. J'indiquerai d'abord, pour en faire usage dans cette Note, une solution très simple, qui me paraît nouvelle, de la question suivante : *Déterminer le rayon de courbure, en un point m, d'une hyperbole dont on connaît la tangente mt en ce point, un second point o et les directions asymptotiques ox et oy.* En appelant p et q les points de rencontre respectifs de ox et de oy avec mt, et r la projection de o sur la normale en m à l'hyperbole,

on a

$$\rho = \frac{1}{2}\frac{mp.mq}{mr}.$$

» Par suite, *la circonférence passant par les trois points p, q et r coupe la normale mr en un point s, tel que ms est le double du rayon de courbure de l'hyperbole, au point m.* Ces résultats se déduisent de la première des relations contenues dans ma dernière Note ([1]). On construit ρ, en remarquant que *le point s est à la rencontre de mr avec la perpendiculaire abaissée de q sur la droite qui joint m au milieu de pr. Le centre de courbure est au milieu de ms.*

» Ces considérations, on va le voir, permettent de déterminer, avec une simplicité extrême, les rayons de courbure de plusieurs classes de courbes.

» 2. Lamé ([2]) a attiré, le premier, l'attention des géomètres sur les courbes définies, en coordonnées cartésiennes, par une équation de la forme

$$(1) \qquad \left(\frac{x}{a}\right)^n \pm \left(\frac{y}{b}\right)^n = 1,$$

n étant un nombre quelconque, positif ou négatif. Ces courbes sont un cas particulier des courbes triangulaires symétriques, et il résulte d'un théorème de M. Jamet, déjà invoqué dans ma Communication précédente ([3]), que *le rayon de courbure, en un point d'une courbe* (1) *de Lamé, est dans un rapport constant égal à* $\frac{2}{1-n}$, *avec le rayon de courbure, au même point, de l'hyperbole tangente en ce point à la courbe, passant par l'origine des coordonnées et ayant pour directions asymptotiques les axes de coordonnées.* En conséquence, le rayon de courbure en un point m de la courbe (1) a pour expression

$$\rho = \frac{1}{1-n}\frac{mp.mq}{mr},$$

les points p, q, r étant obtenus, comme précédemment (n° 1), à l'aide de la tangente mt, du point o et des droites ox et oy, qui remplissent maintenant le rôle d'origine et d'axes de coordonnées. On déterminera le point s par la construction déjà indiquée (n° 1), et l'on en conclura le rayon de courbure $m\mu = \frac{ms}{1-n}$.

([1]) Page 779 du présent Volume.

([2]) *Examen des différentes méthodes employées pour résoudre les problèmes de Géométrie* (1818).

([3]) Page 780 de ce Volume.

» 3. Voici quelques applications : 1° $n = 2$; *conique à centre rapportée à deux diamètres conjugués*. On a $\rho = - ms$. *Le centre de courbure* μ *et les trois points* p, q, r *sont sur une même circonférence*. M. de Longchamps est arrivé à ce résultat, par une voie différente, dans le cas particulier où la conique est rapportée à ses axes [1].

» 2° $n = \frac{2}{3}$. Ce cas comprend les *développées des coniques à centre* et l'*hypocycloïde à trois rebroussements*. On a alors $\rho = 3ms$. On en conclut immédiatement une propriété connue du rayon de courbure de l'hypocycloïde à trois rebroussements.

» 3° $n = \frac{1}{2}$; *parabole tangente à ox et à oy*. On a $\rho = 2ms$. De là un moyen facile de construire les centres de courbure des paraboles qui servent, dans le tracé des routes et des canaux, à raccorder deux alignements droits.

» 4. Les *paraboles* et *hyperboles* de divers ordres sont définies, en coordonnées cartésiennes, par une équation de la forme

$$y = kx^{\nu}, \qquad (2)$$

ν étant un nombre quelconque, positif pour les paraboles, négatif pour les hyperboles. D'un théorème sur les courbes anharmoniques [2], dont les courbes (2) ne sont qu'un cas particulier, on conclut que *le rayon de courbure* ρ *en* m *d'une courbe* (2) *est le double du rayon de courbure, au même point, de l'hyperbole qui la touche en ce point, qui passe par l'origine* o *et dont les asymptotes sont parallèles aux axes de coordonnées*. D'où

$$\rho = \frac{mp.mq}{mr}.$$

Par suite, *le centre de courbure* μ *est sur la circonférence passant par les trois points* p, q *et* r.

» 5. On construit ainsi, on ne peut plus aisément, le rayon de courbure, en un point, d'une *parabole ordinaire* ($\nu = 2$), connaissant la tangente en ce point, une seconde tangente et son point de contact, les rayons de courbure de la *parabole semi-cubique* ($\nu = \frac{3}{2}$) et en particulier de la *développée de la parabole du second degré*, de la *parabole cubique* ($\nu = 3$) [3], de l'*hyperbole ordinaire* ($\nu = -1$), dont on connaît un point et les deux asymptotes.

---

[1] *Nouvelles Annales de Mathématiques*, 2e série, t. XIX, p. 70.

[2] Page 781 de ce même Volume.

[3] On sait que l'on emploie la parabole cubique, dans le tracé des voies ferrées,

» 6. Des considérations analogues s'appliquent à une autre classe de courbes, dont la logarithmique

$$y = k \log x$$

est le type le plus connu.

» Je mentionnerai enfin la famille des courbes, appelées par M. Haton de la Goupillière *courbes sinusoïdes*, et définies, en coordonnées polaires, par l'équation

$$r^n \sin n\theta = k.$$

» Le théorème de M. Jamet, déjà cité, s'applique à ces courbes, et l'on en conclut cette propriété de leur rayon de courbure, remarqué par Maclaurin, d'être dans un rapport constant, égal à $\frac{1}{1-n}$, avec le segment de la normale correspondante, compris entre son point d'incidence et la perpendiculaire menée par le pôle au rayon vecteur de ce point. Il est facile inversement de déduire le théorème de M. Jamet de celui de Maclaurin, à l'aide d'une transformation homographique imaginaire.

» Je compte exposer dans un travail plus étendu les détails qui ne sauraient trouver place ici. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur les condensateurs en mica.* Note de M. E. Bouty, présentée par M. Lippmann.

« J'ai réalisé quelques expériences en vue de savoir comment se comporte un condensateur en mica (microfarad), lorsqu'on met ses deux armatures en communication permanente avec les deux pôles d'une pile.

» On explique souvent les décharges résiduelles des condensateurs par une pénétration plus ou moins profonde, dans la masse du diélectrique, des électricités opposées des deux armatures. S'il en était ainsi, et dans le cas de condensateurs à lame diélectrique très mince, les électricités, cheminant dans la masse, finiraient par se réunir, et, au bout d'un temps suffisant, un courant d'intensité uniforme i traverserait le circuit du condensateur. Tout se passerait alors, à l'extérieur, comme si la lame du diélectrique

---

pour raccorder les parties droites avec les parties circulaires, de manière à faire varier la courbure d'une manière continue. Je me propose de montrer, dans un autre Recueil, comment les résultats géométriques indiqués dans la présente Note s'appliquent à la solution de ce problème pratique.

était remplacée par un conducteur de résistance r très grande, mais déterminée.

» Pour savoir ce qu'il en est, j'ai introduit dans le circuit du condensateur une résistance en graphite R très considérable en valeur absolue (200 à 400 méghoms), quoique très faible par rapport à la résistance r à évaluer. On mesure, à l'aide d'un électromètre capillaire de M. Lippmann, la différence de potentiel iR aux deux extrémités de cette résistance, on en déduit i, puis on calcule r par la formule

$$(1) \qquad i = \frac{E}{R + r}.$$

La force électromotrice E employée a varié de 1 à 20 éléments Daniell.

» L'observation suivante fournit un contrôle précieux des mesures. On sait que les microfarads commerciaux sont formés de plusieurs condensateurs distincts, que l'on peut associer de manière à former une capacité d'un nombre quelconque de dixièmes de microfarad. Opérons séparément sur l'un de ces condensateurs de capacité électromagnétique c. Soient K la constante diélectrique du mica; S la surface armée; e l'épaisseur du diélectrique; ρ sa résistance spécifique; enfin v le rapport des unités électromagnétiques et électrostatiques. On a

$$(2) \qquad c = \frac{KS}{4\pi e v^2},$$

$$(3) \qquad r = \rho \frac{e}{S};$$

on en tire

$$(4) \qquad cr = \frac{K\rho}{4\pi v^2}.$$

Le second membre de (4) ne contient que des constantes; la résistance r, fournie par la formule (1), doit donc se trouver en raison inverse de la capacité c (bien entendu, au sein d'un même microfarad, pour lequel le constructeur a dû employer des matériaux de même origine).

» Voici maintenant le résultat des expériences. L'intensité i du courant, toujours assez considérable au début, diminue rapidement et, au bout de deux heures par exemple, si l'isolement du circuit est aussi parfait que possible, se réduit à une valeur fort petite, désormais invariable. Avec un microfarad neuf, construit par M. Carpentier, et une force électromotrice

de 11 volts environ, on a trouvé, pour la valeur limite de i,

$$i = 1,59.10^{-11} \text{ ampères.}$$

Alors, l'état permanent étant établi, on a fermé successivement les subdivisions 0,2, — 0,2, — 0,5, de manière à réduire la capacité au dixième de sa valeur initiale. *L'intensité i qui, d'après les formules* (1) *et* (4), *devrait se trouver divisée sensiblement par* 10, *demeure invariable à* $\frac{1}{45}$ *près de sa valeur*, c'est-à-dire à la limite de précision que comportait, dans ces conditions, l'électromètre que j'ai employé [1]. *Le courant résiduel i observé ne peut donc être attribué au passage de l'électricité à travers le diélectrique*, il ne provient que de l'imperfection de l'isolement des diverses parties du circuit et du microfarad lui-même.

» Cette expérience est décisive; puisqu'on peut apprécier, dans les conditions où j'ai opéré, un courant d'intensité $\frac{1,59.10^{-11}}{45} = 3,5.10^{-13}$ ampères, le courant qui passait d'une manière permanente *à travers le diélectrique* du condensateur formé par les subdivisions 0,2, — 0,2, — 0,5 (0,9 microfarad), et dont on n'a pu constater l'existence, était certainement inférieur à cette valeur; on en déduit, par la formule (4),

$$K\rho > 3,19.10^{20} \text{ ohms.}$$

» M. J. Curie [2], dont les expériences sur la résistance des isolants sont d'ailleurs parfaitement d'accord avec les miennes, a trouvé, pour le mica des condensateurs, des valeurs de K comprises entre (4) et (8). Admettons (10), si l'on veut; on aura encore

$$\rho > 3,19.10^{19} \text{ ohms;}$$

ce serait la résistance d'une colonne de mercure de 1^{mmq} de section et de longueur telle que la lumière mettrait plus de 3000 ans à se transmettre dans le vide d'une extrémité à l'autre de la colonne.

» En résumé, l'on doit admettre qu'à la température ordinaire et pour des différences de potentiel de 1 à 20 volts *une lame mince de mica oppose un obstacle absolu au passage continu de l'électricité à travers son épaisseur.*

---

(1) La même méthode, appliquée à un condensateur mal construit ou hors d'usage, est éminemment propre à révéler les fuites intérieures qui peuvent exister dans les diverses subdivisons de l'appareil.

(2) G. Curie, Thèse de Doctorat. Paris, 1888.

Le phénomène des décharges résiduelles, auquel correspond le courant relativement intense qu'on observe encore après plusieurs minutes de charge, ne paraît pas dépendre d'une pénétration véritable de l'électricité dans le diélectrique, mais plutôt d'un accroissement progressif de la constante diélectrique. Ces phénomènes doivent être rapprochés des variations des courants électriques des solides et du résidu élastique. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur les actions mécaniques des courants alternatifs*. Note de M. **J. Borgman**, présentée par M. Lippmann.

« Dans ma Note présentée à l'Académie le 3 février 1890 (*Comptes rendus*, t. CX, p. 233), j'ai eu l'honneur de décrire la méthode à l'aide de laquelle on peut facilement reproduire les répulsions des masses conductrices par une bobine traversée par un courant alternatif ou simplement intermittent, découvertes par M. Elihu Thomson. Pour déterminer l'influence de diverses conditions sur l'allure de ce phénomène, j'ai entrepris une série d'expériences à l'aide d'appareils convenablement modifiés.

» Le commutateur, calé sur l'axe du petit moteur de Breguet (mû par 3 accumulateurs, petit modèle), a été accouplé (à l'aide d'un tube en caoutchouc) à l'axe d'un compteur de tours d'un anémomètre de Combes. Pour faire varier le nombre de tours du moteur, une cordelette formant frein entourait la gorge de la poulie calée sur le même axe que le commutateur, et pouvait être tendue plus ou moins par un ressort en boudin.

» Pour mesurer l'intensité des courants alternatifs employés, à l'aide d'un électrodynamomètre sensible de Siemens (qui était le seul à ma disposition), j'ai interposé dans le circuit de ma bobine une autre bobine, plus petite, sans noyau de fer, et j'ai mesuré les courants qu'elle induisait dans une deuxième bobine, qui entourait la première et était reliée avec l'électrodynamomètre. De la sorte, les déflexions de l'électrodynamomètre ont été proportionnelles à $\int i^2 \, dt$, si l'on nomme i l'intensité du courant de la bobine à un moment déterminé. (Le courant alternatif a été fourni par des accumulateurs petit modèle, en nombre ne dépassant pas 7.) Pour faciliter la mesure des répulsions, on a muni le plateau de la balance, qui contenait les poids équilibrant le disque; on se servait d'un ressort en boudin, très fin, que l'on pouvait tendre à l'aide d'un fil et d'un treuil à tête divisée, à la manière de l'appareil de M. Jamin pour la mesure de la

distribution du magnétisme. Un centigramme équivalait à 12,4 divisions du treuil.

» En expérimentant avec des disques pleins, j'ai obtenu les résultats suivants :

» 1. Les répulsions d'un disque, placé horizontalement au-dessus d'une bobine, sont proportionnelles aux déflexions de l'électrodynamomètre, c'est-à-dire proportionnelles à $\int i^2\, dt$.

» 2. Ces répulsions diminuent, si la distance du disque à la bobine augmente (à peu près comme la racine carrée de la distance).

» 3. A diamètre égal, les répulsions augmentent avec l'épaisseur du disque.

» Par exemple, pour un disque en zinc de $75^{mm},9$ de diamètre et de $2^{mm},75$ d'épaisseur, le quotient de la répulsion en centigrammes et de la déflexion de l'électrodynamomètre en divisions de l'échelle a été 0,899; ce nombre est devenu 1,861 pour un disque de mêmes matière et diamètre, mais de $4^{mm},25$ d'épaisseur. Pour deux autres disques en zinc, de $53^{mm},8$ de diamètre et de $2^{mm},75$ et $6^{mm},25$ d'épaisseur, ces nombres ont été trouvés : 0,237 et 0,857.

» 4. L'épaisseur restant la même, les répulsions diminuent avec le diamètre.

» Par exemple, pour les disques de $2^{mm},75$ d'épaisseur et de $75^{mm},9$ et $53^{mm},8$ de diamètre, les répulsions réduites à l'unité de déflexion de l'électrodynamomètre sont : 0,899 et 0,237.

» 5. Les répulsions diminuent quand la résistance spécifique de la matière du disque augmente, mais dans une proportion moindre (à cause de la self-induction). Ainsi, pour des disques de $75^{mm},9$ de diamètre et $2^{mm},75$ d'épaisseur, en cuivre, zinc, laiton et plomb, les répulsions correspondant à une division de l'échelle de l'électrodynamomètre ont été :

1,119, 0,994, 0,821, 0,133,

tandis que les résistances spécifiques de ces métaux sont

0,0185, 0,06, 0,75, 0,22.

» 6. Les répulsions augmentent quand le nombre de changements de direction du courant dans l'unité de temps diminue.

» Quelques séries de mes expériences, dans lesquelles le nombre de changements de direction pendant une minute (n) variait entre 2500 et

13000, ont donné une proportionnalité inverse, presque rigoureuse, de ces deux nombres. (Dans ces expériences, le disque était en cuivre et avait le diamètre de $53^{mm},9$ et l'épaisseur de 8^{mm}.) *En résumé, la répulsion du disque est très approximativement proportionnelle à* $\frac{1}{n}\int i^2\,dt$.

» 7. Un disque en fer était attiré par la bobine à courants alternatifs.

» 8. Dans toutes ces expériences, la bobine était composée d'un simple rouleau de fils de cuivre isolés, de $2^{mm},5$ de diamètre. La hauteur de la bobine était 120^{mm}, son diamètre extérieur 120^{mm} et le diamètre intérieur 43^{mm}; elle a été employée sans noyau de fer. Avec noyau de fer, la répulsion augmentait beaucoup.

» Par exemple, pour $n = 10500$, les répulsions réduites d'un disque en cuivre de $53^{mm},9$ de diamètre et de 8^{mm} d'épaisseur ont été : 4,84 sans noyau et 63,8 en présence du noyau.

» L'influence du nombre d'alternations du courant reste la même que pour la bobine sans noyau. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Halos et parhélies observés au parc de Saint-Maur.* Note de M. E. RENOU, présentée par M. Mascart.

« Dans la séance du 10 mars, M. Cornu a parlé d'un halo qu'il avait observé le 3, à $3^h 45^m$; ce halo a été vu aussi au parc de Saint-Maur et dans plusieurs points de la France; il était fort brillant de 11^h du matin à 4^h du soir.

» Nous avions vu une apparition semblable, mais moins éclatante, le 17 février, à 8^h du matin.

» On paraît croire, en général, que ces halos extraordinaires sont plus rares qu'ils ne le sont réellement. Mais c'est l'observation qui fait plutôt défaut que le phénomène : ils sont le plus souvent faibles ou de peu de durée; quelques-uns, surtout le halo circonscrit, occupent une région du ciel très éblouissante; l'arc circumzénithal ne se présente qu'à des hauteurs où l'on ne porte guère les regards, puisqu'il ne se voit qu'à des hauteurs comprises entre 58° et 77°.

» Bravais a donné, il y a près de cinquante ans, la théorie de ces phénomènes, et il en a cité un grand nombre d'exemples avec des figures; mais on n'a jamais fait, à ma connaissance, une statistique de laquelle on puisse déduire leur fréquence.

» Pour combler cette lacune, j'ai relevé sur mes registres toutes les apparitions d'optique atmosphérique notées à l'observatoire du parc de Saint-Maur pendant les dix-sept années météorologiques 1873-1889. Il y a chaque année plus de 100 journées offrant le halo de 21° 50'. Ensuite les autres halos et parhélies ont donné les résultats suivants :

	Jours.
Parhélies de 22°	107
Arc circumzénithal	78
Halo circonscrit	31
Halo de 46°	25
Cercle parhélique	4

» Les autres apparitions sont bien plus rares; telles sont les colonnes verticales, les arcs obliques de l'anthélie, les arcs tangents infra-latéraux du halo de 46°, etc. Un phénomène remarquable par la série compliquée qu'il offrait est celui du 3 mai 1886.

» La répartition des parhélies et halos extraordinaires suivant les années est très irrégulière, puisque, de deux en 1878, elle s'élève à 34 en 1886; mais leur distribution suivant les saisons de l'année offre, au contraire, en moyenne, une assez grande régularité.

» Il ressort du travail de Bravais qu'ils ont deux maxima de fréquence, au printemps et à l'automne. Les observations du parc de Saint-Maur donnent le même résultat.

» Voici, pour les dix-sept années de 1873-1889, le nombre de jours pendant lesquels on a observé au moins un de ces phénomènes :

	Jours.		Jours.
Décembre	4	Juin	19
Janvier	12	Juillet	8
Février	12	Août	8
Mars	24	Septembre	12
Avril	30	Octobre	15
Mai	32	Novembre	15
		Total	191

» Les jours offrant à la fois le halo de 22°, les parhélies de 22°, le halo circonscrit tangent à ce halo, le grand halo de 46° et l'arc circumzénithal

qui lui est tangent au-dessus du Soleil, sont assez rares. Voici la date de ces apparitions :

6 janvier........	1874	28 janvier........	1887
1er juin..........	1876	2 octobre.......	1887
21 mars..........	1879	21 novembre.....	1889
29 mars..........	1884	17 février........	1890
3 mai...........	1886	3 mars..........	1890

» Quant à la distribution des halos extraordinaires suivant les saisons, il y a lieu de se demander si elle dépend du phénomène météorologique lui-même, c'est-à-dire de la constitution des cirrus où ils se produisent, ou bien des circonstances qui permettent à l'observateur de les constater. Il est bien évident qu'un mois dont la nébulosité est 37 devra permettre d'observer, dans les mêmes circonstances, deux fois plus de halos qu'un mois dont la nébulosité est 74. De plus, tous ces phénomènes ont des limites de possibilité : ainsi, l'arc circumzénithal ne peut se montrer au delà d'une hauteur du Soleil de 32° 12′ ; mais l'expérience montre qu'on ne le voit jamais que par des hauteurs solaires de 12° à 31°, d'après Bravais ; les observations du Parc sont d'accord avec le dire de Bravais.

» J'ai calculé pour décembre le nombre d'heures pendant lesquelles l'arc circumzénithal peut se montrer ; j'ai fait le même calcul pour juillet : le rapport me donne une fraction que je multiplie par le rapport inverse des nébulosités pendant les heures efficaces. Cela m'a donné à fort peu près le rapport de 1 à 2. Les circonstances atmosphériques qui produisent les halos extraordinaires sont donc les mêmes dans les deux saisons opposées. La comparaison des deux maxima donne un résultat tout pareil. Mais il est remarquable que le maximum de novembre tombe à côté du minimum de décembre. »

NAVIGATION. — *Sur une des causes de perte des navires en fer par suite des perturbations de l'aiguille aimantée. Détermination des écarts de déviation pour chaque navire.* Note de M. **Léon Devaureix**, présentée par M. A. Cornu.

« Pendant six voyages consécutifs sur le *Médoc*, de Bordeaux à la Plata et retour par Dunkerque, j'ai constaté que les mêmes effets magnétiques se reproduisaient identiquement de la même façon. Les vibrations de la

coque causées par la machine en marche, et encore plus rapidement par les treuils à vapeur, employés au débarquement ou à l'embarquement des marchandises, ont déterminé chaque fois une même quantité de déviations de l'aiguille aimantée. La marche de la déviation a clairement démontré que le pôle attirant l'aiguille n'était qu'un pôle résultant. En effet, les fers à l'état intermédiaire entre les fers doux et l'acier étant de natures très diverses, les plus doux s'aimantent les premiers et successivement jusqu'aux plus durs. Il s'ensuit que la position du pôle observé varie et ne se trouve dans le plan du méridien magnétique qui coupe le navire pendant qu'il a longtemps le même cap, qu'après que tous les fers, étant saturés d'aimantation, sont dans les conditions de fers homogènes.

» Les aimantations temporaires durent proportionnellement au temps qu'elles ont mis à se produire, après que le navire est arrivé à destination, s'il n'est pas soumis à des trépidations analogues en sens inverse. Toutes choses égales d'ailleurs, elles persistent le plus dans les parages où la composante verticale de la terre est moindre.

» En dix-huit mois, l'aimantation acquise par le *Médoc* pendant sa construction et l'armement n'a pas changé d'une quantité appréciable.

» Voici le Tableau des variations observées dans les composantes longitudinale P, transversale Q, de l'aimantation permanente à bord de ce vapeur :

Au départ de Bordeaux	$P = +2^{\circ},5$	$Q = -10^{\circ}$
Après trois jours de route entre le sud et l'ouest	$P = +2,5$	$Q = -15$
Après dix jours de route et jusqu'à la Plata	$P = +7,5$	$Q = -15$
Au départ de la Plata après un mois de séjour	$P = +2,5$	$Q = -10$
Après dix jours de route entre le nord et l'est	$P = 0$	$Q = -5$
Avant d'arriver à Dunkerque	$P = -2,5$	$Q = -5$
Au départ de Dunkerque, le navire ayant déchargé au moyen de ses quatre treuils à vapeur 1200 tonneaux en trois jours, pendant lesquels l'avant du navire était tourné en sens inverse de la longue route qu'il venait de parcourir	$P = +2,5$	$Q = -12,5$

» Le compas Thomson du *Médoc* est dans d'excellentes conditions, puisque la force directrice des aiguilles est égale, en moyenne, à 0,98. A l'inspection du Tableau ci-dessus, on comprendra qu'une compensation du compas, même pour une seule traversée, est impossible. Les pertes des bâtiments en fer qui quittent le port avec des temps brumeux s'expliquent, et les capitaines de ces bâtiments ne sauraient trop se mettre en garde

contre les écarts dans les déviations causées par les aimantations temporaires; j'ai été obligé de mettre chaque jour, pendant mes premières traversées, le cap aux points cardinaux qui comprennent la route à suivre, pour déterminer la valeur des composantes P et Q. Dix minutes à chacun des deux points cardinaux ont suffi. J'ai pleinement réussi et j'ai constaté que les écarts étaient toujours les mêmes. Il est évident que, pour chaque bâtiment, le chiffre du coefficient ne sera pas toujours le même; mais il me paraît certain que, une fois évalué, il ne variera que par suite de la perte d'une partie de l'aimantation acquise sur les chantiers. »

CHIMIE. — *Sur la préparation du bioxyde d'iridium.* Note de M. G. **Geisenheimer**, présentée par M. Troost.

« L'iridium métallique étant difficilement attaquable par voie humide, j'ai recherché un composé simple de ce métal qui puisse le remplacer dans la préparation de ses combinaisons.

» On connaît la préparation de l'iridate de potasse $IrO^3, 4KO, 2HO$ (Vauquelin, Debray). On chauffe pendant deux heures de l'iridium avec du nitre et de la potasse dans un creuset d'or. La masse noire cristalline obtenue se dissout aisément dans la potasse, en se colorant en bleu et donnant un iridate basique. Ce composé a l'inconvénient de retenir de la potasse.

» Lorsqu'on chauffe pendant une heure dans un creuset de platine de l'iridate de potasse $IrO^3, 4KO, 2HO$ avec quinze fois son poids d'un mélange de chlorure et de bromure de potassium dans la proportion des équivalents, les prismes qui composent l'iridate se sont presque intégralement transformés en fines aiguilles microscopiques, douées d'un beau reflet mordoré. On reprend par l'eau pour dissoudre le fondant; la solution est fortement alcaline. On lave le résidu à l'eau régale pour dissoudre la petite quantité d'iridate de potasse non transformé. Le produit ainsi obtenu est du bioxyde d'iridium pur cristallisé; on peut le sécher à 100° et même à 150° sans l'altérer.

» Le composé a été analysé de la façon suivante. Il a été chauffé au rouge dans un courant d'hydrogène sec; l'eau a été recueillie. L'iridium restant ne contenait pas trace d'alcali. Sa formule est IrO^2.

» On obtient le même composé, mais à l'état amorphe, en chauffant de l'iridium métallique au rouge vif, soit au contact de l'air, soit dans un cou-

rant d'oxygène. Dans ces conditions, le métal noircit et augmente progressivement de poids. $1^{gr},344$ de métal réduit dans l'hydrogène et séché à 125° a été chauffé pendant dix-huit heures dans un creuset de platine incliné, au-dessus d'un bec Bunsen tout ouvert. Après ce temps, le poids est resté invariable; il avait augmenté de 14,43 pour 100. C'est bien du bioxyde IrO^2. En analyse, l'iridium pourra donc être pesé sous cet état. Cristallisé ou amorphe, le bioxyde obtenu à haute température est inattaquable par voie humide. On doit donc recourir au bioxyde hydraté.

» Le procédé qui consiste à faire bouillir le bichlorure d'iridium avec de la potasse ou du carbonate de potasse pendant plusieurs heures doit être rejeté. On obtient ainsi un mélange d'oxydes d'iridium, souillés encore d'alcali. Nous préparons l'hydrate de bioxyde par l'une des méthodes suivantes :

» 1° On fait bouillir pendant plusieurs heures de l'iridate de potasse dans une solution à 30 pour 100 environ de chlorhydrate d'ammoniaque en grand excès. Les cristaux se transforment peu à peu en un précipité floconneux plus léger; de l'ammoniaque se dégage. La solution doit rester limpide et incolore si l'iridate est pur. On lave plusieurs fois par décantation, puis sur le filtre.

» 2° La solution bleue d'iridate basique qu'on obtient dans la préparation de l'iridate de potassium $IrO^3, 4KO, 2HO$ est additionnée de chlorhydrate d'ammoniaque en excès. La précipitation se fait déjà à froid, surtout si l'on agite le mélange; elle est très rapide à l'ébullition. Le précipité, identique au précédent, se rassemble très bien. Le défaut de ce procédé est la précipitation simultanée des petites quantités de silice, de ruthénium et de fer que peut contenir cette solution.

» 3° Une dernière méthode a l'avantage d'être plus rapide que les précédentes et de donner de l'oxyde purifié de silice, fer et ruthénium. On chauffe 3^{gr} d'iridium pendant deux ou trois heures dans un creuset d'or, au rouge, avec 10^{gr} de soude caustique et 3^{gr} d'azotate de soude. La masse refroidie est reprise par l'eau bouillante.

» Il s'est probablement formé un iridate de soude analogue à celui de potasse; mais il est très instable; l'eau l'altère même à froid avec dégagement d'oxygène; à l'ébullition, la décomposition est très rapide; on ne peut isoler ce sel, même en se servant de la glycérine comme dissolvant.

» En opérant comme il vient d'être dit, on obtient de l'hydrate d'oxyde très pur qui reste comme précipité; il suffit de le laver avec une solution de chlorhydrate d'ammoniaque étendu pour en enlever le peu

d'alcali qui le souille; la solution contient du silicate de soude, du ruthénate de soude et du ferrate de soude; il faut employer un excès d'alcali et opérer rapidement les lavages, si l'on ne veut pas que la silice, l'oxyde de ruthénium et l'oxyde de fer se précipitent de nouveau. L'hydrate ainsi obtenu peut être séché à 100°; il est attaquable par les acides étendus, même l'acide acétique.

» On obtient le même résultat en se servant de la baryte et de l'azotate de baryte; mais la formation de carbonate de baryte au contact de l'air est un grand inconvénient. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Action de l'eau oxygénée sur les composés oxygénés du manganèse.* Première Partie : *Action sur les oxydes.* Note de M. **A. Gorgeu**, présentée par M. Friedel.

« L'action de l'eau oxygénée sur les suroxydes de manganèse ne paraît avoir été jusqu'à présent que l'objet d'un examen superficiel. Les faits connus à ce sujet peuvent être résumés en peu de mots : l'eau oxygénée au contact du bioxyde de manganèse est décomposée en eau et en oxygène qui se dégage; le bioxyde ne subit aucune altération et peut servir à une décomposition indéfinie de l'eau oxygénée.

» Les faits qu'une étude plus attentive m'a permis de constater ne sont pas toujours d'accord avec ces conclusions.

» Au contact du bioxyde anhydre pur et cristallisé, obtenu par la décomposition de l'azotate manganeux de 158° à 170°, le dédoublement de l'eau oxygénée n'est pas instantané, il exige environ une heure; quant à l'action opérée sur le bioxyde, elle varie suivant que l'eau oxygénée est légèrement alcaline ou plus ou moins acide.

» Le bioxyde anhydre après avoir décomposé de 2 à 3 équivalents d'eau oxygénée contenant un léger excès de baryte n'a subi aucune altération dans ses états d'hydratation et d'oxydation. La décomposition de ce bioxyde au contact d'eaux oxygénées acides devient sensible, et d'autant plus que le degré d'acidité de celles-ci est plus prononcé : la proportion de bioxyde pur, qui était de 98,5 centièmes dans l'oxyde cristallisé employé, s'est abaissée à 97 et 94,4 centièmes dans les suroxydes de deux expériences où l'on avait décomposé 3 équivalents d'eau oxygénée renfermant l'une 0,05, l'autre 0,2 centièmes d'acide sulfurique.

» Lorsqu'on remplace le bioxyde anhydre par le bioxyde hydraté préparé

à froid, celui qui représente l'acide manganeux sous sa forme la plus active, on observe deux faits caractéristiques de son action sur l'eau oxygénée : il la décompose instantanément et subit, lui-même, une altération profonde et croissante avec les proportions d'eau oxygénée employées. Un bioxyde hydraté, qui, ramené à l'état anhydre, renfermait 97,5 pour 100 d'acide manganeux, soumis à l'action de 1, 2, 3 équivalents d'eau oxygénée contenant de 4 à 5 volumes d'oxygène, a laissé pour résidus des suroxydes dont la richesse en bioxyde pur s'était abaissée à 75, 73 et 70 centièmes.

» On peut déjà, de ces faits, tirer la conclusion pratique suivante : puisque le bioxyde de manganèse anhydre est déjà notablement décomposé par l'eau oxygénée acide et que le bioxyde hydraté l'est toujours très fortement même au contact de l'eau oxygénée légèrement alcaline, on devra éviter, pour l'analyse de l'eau oxygénée, l'emploi des bioxydes hydratés, et craindre des erreurs sensibles avec ces mêmes composés anhydres, au moins lorsque l'eau oxygénée à analyser est acide.

» En présence de cette décomposition de l'acide manganeux, croissant avec la proportion d'eau oxygénée employée, mais devenant de plus en plus faible à mesure que le suroxyde de manganèse, pris pour point de départ, est moins oxygéné, il y avait lieu de rechercher s'il existait un degré d'oxydation du manganèse, sur lequel l'action réductrice de l'eau oxygénée devînt nulle. Ce composé existe en effet ; c'est le manganite saturé $MnO^2, 2MnO$ ou $(Mn^3O^4)\frac{1}{2}HO$ que l'on obtient en agitant pendant quinze jours à l'air le protoxyde de manganèse encore au sein de son eau mère. L'expérience m'a prouvé, en effet, qu'après avoir soumis à l'action de 2 à 3 équivalents d'eau oxygénée, renfermant 4 ou 5 volumes d'oxygène, des suroxydes hydratés contenant, à l'état anhydre, 11 ; 9,6 ; 8 centièmes d'oxygène, on trouvait ces proportions abaissées à 10,4 ; 9,4 ; 7,8 dans les résidus et que, dans ces mêmes conditions, le manganite neutre n'avait subi aucune altération, ainsi qu'en témoignent les deux analyses de ce suroxyde faites avant et après l'action de l'eau oxygénée :

	Avant.	Après.
MnO	88,79	88,31
Oxygène	7,13	7,10
HO par différence	4,08	4,59
	100,00	100,01
O dans le suroxyde anhydre	7,43	7,44

» L'action réductrice de l'eau oxygénée ne s'exerçant que sur les com-

posés oxydés du manganèse supérieurs au manganite $MnO^2, 2MnO$, il était naturel de penser que, si l'eau oxygénée exerçait une action oxydante sur le protoxyde de manganèse hydraté, le produit de cette action ne devait pas dépasser le suroxyde Mn^3O^4 au delà duquel apparaît l'action réductrice de l'eau oxygénée.

» L'expérience n'a pas confirmé cette prévision.

» Dans quatre expériences où l'on avait mis le protoxyde hydraté en présence d'un excès d'eau oxygénée, on a vu notamment l'oxydation atteindre et quelquefois dépasser notablement le suroxyde Mn^2O^3 qui, anhydre, contient 10,10 centièmes d'oxygène en sus du protoxyde.

» Cette oxydation du protoxyde est-elle bien due à l'action de l'eau oxygénée? Ne devrait-elle pas être plutôt attribuée à l'action de l'oxygène naissant résultant de sa décomposition?

» J'ai constaté à plusieurs reprises que le protoxyde de manganèse anhydre et le carbonate de manganèse précipité n'étaient pas oxydés lorsqu'on les mettait en contact avec des eaux oxygénées renfermant de 1 à 6 volumes d'oxygène. D'autre part, je crois avoir démontré (1) que le composé $MnO^2, 2MnO$ s'oxydait lentement au contact de l'air ou de l'eau aérée et tendait à atteindre le manganite acide MnO^2MnO. Enfin on sait que l'eau oxygénée en présence d'un excès de base énergique se décompose beaucoup plus vite que dans un milieu neutre ou acide.

» Dans l'expérience où l'on fait agir l'eau oxygénée sur le protoxyde de manganèse précipité, il y a dans l'énergie basique de cet oxyde l'élément de la décomposition initiale, élément auquel vient bientôt *s'en ajouter* un second, bien plus actif, je veux dire le suroxyde de manganèse produit sous l'influence de l'oxygène dégagé. Quant au degré d'oxydation du suroxyde qui prend naissance, s'il dépasse celui auquel le protoxyde hydraté arrive naturellement au contact de l'air, ne peut-il être considéré comme dû à l'état *naissant* du gaz oxydant avec lequel il se trouve en contact? »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Préparation et chaleur de formation de l'érythrate de soude.* Note de M. de Forcrand.

« I. Il résultait des recherches que j'ai faites précédemment que les alcools mono-, di- et triatomiques s'unissent au sodium et au potassium,

---

(1) *Bulletin de la Société chimique*, 3e série, t. I, p. 614.

en échangeant au moins 1 équivalent d'hydrogène contre 1 équivalent de métal alcalin, pour former un alcoolate plus ou moins dissociable par l'eau à la température ordinaire, et que l'alcoolate ainsi formé peut se combiner avec 1 molécule d'un alcool mono- ou diatomique, pour donner un composé cristallisé qui se dissocie vers 100°. En outre, l'énergie mise en jeu dans cette substitution du métal à l'hydrogène est très voisine de celle que fournit H^2O^2 pour les alcools monoatomiques, tandis que pour les autres (glycol et glycérine) elle augmente en même temps que l'atomicité. Ces alcools sont donc des *acides* faibles, les monoatomiques étant, à ce point de vue, comparables à l'eau, et les polyatomiques ayant une énergie acide plus marquée.

» Je me suis proposé de rechercher, en étudiant l'action de l'érythrite sur les métaux alcalins, jusqu'à quel point ces lois se vérifiaient pour cet alcool tétratomique.

» M. A. Colson a publié sur ce sujet quelques données (¹).

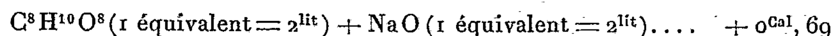
» Il a trouvé pour la chaleur de dissolution de l'érythrite (1 équivalent $= 122^{gr}$) $- 5^{Cal},2$ à $+ 18°$ et $- 5^{Cal},12$ à $+ 9°$.

» Il a aussi déterminé la chaleur de neutralisation de l'érythrite dissoute par 3 équivalents successifs de potasse (1 équivalent $= 1^{lit}$); les nombres obtenus sont $+ 0^{Cal},66$, $+ 0^{Cal},27$, $+ 0^{Cal},16$, à $+ 19°$.

» Enfin, il a isolé un érythrate bibasique, $C^8H^8K^2O^8$, par évaporation d'une dissolution d'érythrite en présence d'un excès de potasse.

» Mes premières expériences ont porté sur l'érythrate monosodique $C^8H^9NaO^8$.

» II. L'érythrite donne avec la soude, en dissolution étendue, à $+ 13°$:



$C^8H^{10}O^8$ (1 équivalent $= 2^{lit}$) $+$ NaO (1 équivalent $= 2^{lit}$).... $+ 0^{Cal},69$

» On a trouvé précédemment, avec les mêmes dilutions :

Pour H^2O^2....	$-0,06$	Pour $C^4H^6O^4$..	$+0,28$
Pour $C^2H^4O^2$..	$+0,11$	Pour $C^6H^8O^6$..	$+0,37$

et M. Berthelot a obtenu pour $C^{12}H^{14}O^{12}$ (mannite) le nombre $+ 1,08$.

» Ces nombres augmentent donc proportionnellement au degré d'atomicité.

» III. Pour obtenir l'érythrate solide, on ne peut songer à faire réagir directement le sodium sur l'érythrite. J'ai cherché à l'isoler par l'action des

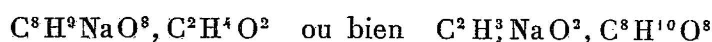
(¹) *Comptes rendus*, t. CIV, p. 113.

alcoolates sodiques monoatomiques sur l'érythrite; c'est le principe de la méthode de E. Letts, qui permet de préparer les glycolalcoolates et les glycérinates alcalins.

» Je n'ai pu isoler l'érythrate $C^8H^9NaO^8$ qu'en employant, comme dissolvant du sodium et de l'érythrite, l'alcool méthylique anhydre. Ce corps dissout beaucoup plus d'érythrite (15 pour 100 environ vers 65°) que les autres alcools.

» On dissout 122^{gr} (1 équivalent) d'érythrite pure, desséchée et pulvérisée, dans 800^{gr} d'alcool méthylique pur et anhydre, à l'ébullition; puis on y ajoute immédiatement une dissolution de 23^{gr} de sodium dans 300^{gr} à 350^{gr} d'alcool méthylique. Le mélange reste liquide. On le chauffe au réfrigérant ascendant pendant cinq ou six heures, à l'ébullition. Puis on distille dans un courant d'hydrogène pur et sec, de manière à ne laisser qu'un peu de liquide pour mouiller les cristaux qui se sont formés en croûtes dures au fond du ballon. Après refroidissement, on étale le produit sur des plaques de porcelaine poreuse placées dans une cloche à l'abri de l'air extérieur. Lorsqu'il a pris l'aspect d'une substance sèche, on le recueille rapidement.

» L'analyse montre que c'est



$$C^8H^9NaO^8, C^2H^4O^2 \quad \text{ou bien} \quad C^2H^3NaO^2, C^8H^{10}O^8$$

(la composition centésimale des deux corps étant la même).

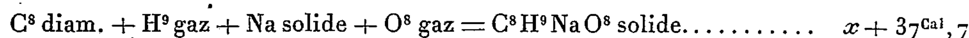
» Cette substance est ensuite chauffée au bain d'huile, à 115°, dans un courant d'hydrogène sec, jusqu'à poids constant. Elle perd ainsi 18,01 pour 100 de son poids, après deux heures environ, ce qui correspond à $C^2H^4O^2$. Le résidu a donc pour composition $C^8H^9NaO^8$.

» IV. C'est l'érythrate de soude. Il forme une poudre blanche, très avide d'eau. Son analyse a fourni 15,80 et 15,75 pour 100 de sodium, tandis que la formule $C^8H^9NaO^8$ exige 15,97.

» La chaleur de dissolution de ce corps dans l'eau (1 équivalent $= 144^{gr}$ dans 4^{lit}), à $+13°$, a donné $+0^{Cal},89$, d'où l'on déduit :

			Cal
$C^8H^{10}O^8$ solide + NaO solide	= HO solide	+ $C^8H^9NaO^8$ solide	+ 22,815
$C^8H^{10}O^8$ solide + $NaHO^2$ solide	= H^2O^2 solide	+ $C^8H^9NaO^8$ solide	+ 5,81
$C^8H^{10}O^8$ solide + Na solide	= H gaz	+ $C^8H^9NaO^8$ solide	+ 37,70

» La chaleur de formation à partir des éléments ne peut être calculée, celle de l'érythrite étant inconnue. Si on la désigne par x, on a :



C^8 diam. + H^9 gaz + Na solide + O^8 gaz = $C^8H^9NaO^8$ solide .... $x + 37^{Cal},7$

» D'après les analogies, x doit être compris entre 215^{Cal} et 220^{Cal}.

» V. Les trois nombres obtenus plus haut doivent être rapprochés de ceux que donnent les autres alcools pour les mêmes réactions :

$C^2H^4O^2$	+ 18,32	+ 1,32	+ 33,19
$C^4H^6O^4$	+ 24,22	+ 7,13	+ 39,10
$C^6H^8O^6$	+ 29,02	+ 12,02	+ 43,90

» On voit immédiatement que la progression régulière que semblaient indiquer les premiers alcools s'arrête à la glycérine : l'érythrite serait donc moins *acide* que la glycérine dans son alcoolate solide. Les nombres obtenus, au lieu de surpasser ceux que fournit la glycérine de 4^{Cal} environ, leur sont inférieurs de plus de 6^{Cal}. Cependant on a remarqué que, pour l'état dissous, la progression continue même au delà de l'érythrite, jusqu'à la mannite, c'est-à-dire que l'érythrite dissoute est plus acide que la glycérine dissoute.

» Cette anomalie est certainement due à l'état physique solide de l'érythrite, qui n'est pas comparable à l'état liquide des autres alcools. Ainsi, pour la glycérine, les trois nombres deviendraient + 25,12, + 8,12 et + 40,00, c'est-à-dire à peine supérieurs à ceux du glycol, si on les rapportait à l'état solide de la glycérine, dont la chaleur de fusion est connue et égale à — 3^{Cal},9.

» Il faudrait donc supposer que la chaleur de fusion inconnue de l'érythrite est au moins de — 10^{Cal} pour 1 équivalent (122^{gr}). En admettant cette valeur, on aurait, pour l'érythrite liquide :

$$+ 32,815 \qquad + 15,81 \qquad + 47,70$$

» Cette quantité de chaleur — 10^{Cal} serait plus grande, pour un poids égal de matière, que la chaleur de fusion de la glace.

» Cette hypothèse rendrait parfaitement compte de l'anomalie apparente que je viens de signaler; mais elle ne peut être vérifiée que par la détermination directe de la chaleur de fusion de l'érythrite. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les dérivés chlorés des amylamines.* Note de M. A. **Berg**, présentée par M. Friedel.

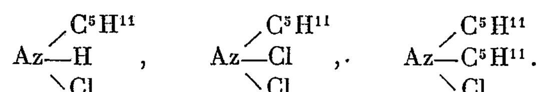
» Wurtz découvrit en 1850 [1], par l'action du chlore sur la méthylamine et l'éthylamine, deux dérivés chlorés : la dichlorométhylamine et la dichloréthylamine.

---

[1] Wurtz, *Annales de Chimie et de Physique*, 3e série, t. XXX, p. 454 et 474; 1850.

» En 1876, Tchérniac a donné un procédé de préparation de la dichloréthylamine qui consiste à distiller le chlorhydrate d'éthylamine avec un grand excès de chlorure de chaux ([1]). Köhler a préparé la dichlorométhylamine par un procédé analogue ([2]). Enfin Raschig a décrit l'iododiméthylamine.

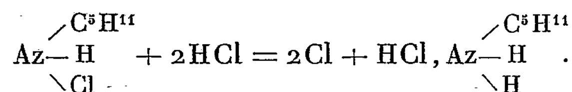
» J'ai obtenu, en faisant agir les hypochlorites sur les chlorhydrates de mono- et de diamylamine, trois dérivés chlorés : la monochloramylamine, la dichloramylamine et la chlorodiamylamine



» Ces corps constituent des liquides huileux, insolubles dans l'eau, solubles dans l'alcool et l'éther, possédant une odeur agréable qui rappelle plus ou moins celle de la dichloréthylamine. L'inhalation de leurs vapeurs occasionne des maux de tête et des vertiges. Ils sont peu stables et se décomposent facilement sous l'action de la chaleur, souvent avec explosion faible.

» Le chlore a été dosé dans ces composés en profitant de l'action de l'éthylate de sodium qui leur enlève tout le chlore à l'état de chlorure de sodium, qu'il suffit ensuite de précipiter par le nitrate d'argent.

» Traités par l'acide chlorhydrique gazeux en solution dans l'éther, ils donnent un dégagement de chlore et régénèrent le chlorhydrate de la base dont on est parti



» L'acide chlorhydrique concentré chaud produit la même réaction.

» Le même fait s'observe avec la dichloréthylamine qui donne du chlorhydrate d'éthylamine.

» *Monochloramylamine*. — On l'obtient en traitant une solution neutre de chlorhydrate d'amylamine par une solution neutre d'hypochlorite de soude contenant une molécule de chlore actif pour une molécule de chlorhydrate. La couche huileuse surnageante est séparée, lavée à l'eau et

---

([1]) Tcherniac, *Bulletin de la Société chimique*, t. XXIV, p. 451; 1875, et t. XXV, p. 160; 1876.

([2]) Köhler, *Deutsche Chem. Gesellsch.*, p. 771 et 1869; 1879.

séchée sur le sulfate de soude anhydre. La monochloramylamine est un liquide huileux presque incolore, d'odeur d'abord faible, puis piquante. Densité 0,968 à 0°. Elle se solidifie du jour au lendemain en donnant de la dichloramylamine, du chlorhydrate d'amylamine et un liquide qui se produit aussi dans l'action de l'amylamine sur la dichloramylamine et que je n'ai pas encore étudié.

» Cette décomposition a lieu avec une violente ébullition lorsqu'on chauffe quelques gouttes du composé dans un tube à essai.

» Les acides dédoublent la monochloramylamine en amylamine et dichloramylamine.

» Le dosage du chlore a donné :

	Trouvé.	Calculé.
Cl pour 100..............	31,03	29,17

» La différence est due à l'altérabilité du corps.

» *Dichloramylamine.* — Elle se produit dans l'action des acides étendus sur le composé précédent, et en traitant par une solution d'hypochlorite de soude, contenant deux molécules de chlore actif, la solution d'une molécule de chlorhydrate d'amylamine additionnée d'une molécule d'acide chlorhydrique.

» Mais on l'obtient plus facilement par le procédé employé par Tcherniac pour préparer la dichloréthylamine. La dichloramylamine passe dans les premières portions de liquide distillées.

» C'est un liquide huileux, jaune d'or, d'odeur très irritante, que l'on lave avec de l'hyposulfite de soude faible, de l'acide sulfurique étendu, de l'eau, et que l'on sèche sur le sulfate de soude. Il est bon, pour faciliter les lavages, de saturer les liqueurs de sulfate de soude.

» Ce corps se conserve bien quand il est pur. Sa densité à 0° est 1,063. Il distille sans altération dans le vide à 49° sous 14^{mm} et à 58° sous 22^{mm}. A la pression atmosphérique, il bout vers 142°, mais en se décomposant en grande partie, et il peut alors donner lieu à des explosions si l'on en distille une dizaine de grammes. Un mélange d'une molécule de dichloramylamine et de deux molécules d'amylamine s'échauffe, se solidifie en partie et fournit ainsi du chlorhydrate d'amylamine et un liquide dont je fais l'étude :

» Le dosage du chlore a donné

	Trouvé.	Calculé.
Cl pour 100..............	45,54	45,45

» *Chlorodiamylamine.* — Ce corps s'obtient aisément en traitant une

solution tiède de chlorhydrate de diamylamine par l'hypochlorite de soude, de façon à avoir 1 molécule de chlore actif pour 1 molécule de chlorhydrate. Le liquide surnageant est traité comme la dichloramylamine.

» Liquide huileux incolore, d'odeur faible, un peu vireuse. Densité à 0° 0,897. Il se solidifie à — 20° en une masse blanche et s'altère lentement en déposant des paillettes blanches.

» Quelques gouttes chauffées dans un tube à essai se décomposent avec une vive décrépitation. Dans le vide, le point d'ébullition est situé à 89° sous la pression de 12^{mm}.

» Mélangé à l'amylamine, ce corps ne réagit pas à froid, mais à chaud le mélange se solidifie.

» Le dosage du chlore a donné :

	Trouvé.	Calculé.
Cl pour 100	18,38	18,51

» Ce travail a été fait au laboratoire de Chimie industrielle de la Faculté des Sciences de Marseille. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la fermentation alcoolique du sucre interverti.* Note de MM. U. Gayon et E. Dubourg, présentée par M. Pasteur.

« Lorsqu'on suit au polarimètre la fermentation alcoolique du sucre interverti, on constate, avec les levures usuelles, que la rotation gauche initiale du liquide augmente d'abord en valeur absolue, passe par un maximum, diminue ensuite, atteint sa valeur initiale et décroît enfin progressivement jusqu'à zéro (Dubrunfaut, Soubeiran, Maumené, Bourquelot). Ce résultat est dû à la fermentation inégale des deux sucres constituant le sucre interverti : au début, le glucose est détruit en plus grande quantité que le lévulose.

» La plupart des espèces pures issues des levures industrielles se comportent de la même façon. Si l'on représente graphiquement la relation qui existe entre les rotations polarimétriques et les quantités totales de sucre fermenté, on obtient une courbe parabolique, dont la forme est constante pour une même levure placée dans les mêmes conditions, mais variable dans d'assez grandes limites d'une espèce à l'autre. Le Tableau

suivant donne la mesure des variations constatées avec diverses espèces cultivées à la température de 25° :

Désignation des levures.	Rotation gauche initiale en div. sacchari-métriques.	Rotation gauche maximum en div. sacchari-métriques.	Accroissement maximum de la rotation.
1. R Levure non inversive	100	103	3
2. M Levure de brasserie, inversive	100	105	5
3. P *Saccharomyces pastorianus*, invers.	100	107	7
4. G Levure haute, inversive	100	108	8
5. H Levure inversive	100	110	10
6. A Id.	100	112	12
7. B Levure de brasserie, inversive	100	122	22
8. Z Levure inversive	100	125	25
9. Mycolevure Duclaux, non inversive	100	129	29
10. *Mucor alternans*, non inversif	100	165	65

» Avec la levure de *Mucor*, le glucose disparaît beaucoup plus vite que le lévulose, tandis qu'avec la levure R, par exemple, les deux sucres fermentent en quantités à peu près égales.

» Les courbes obtenues avec ces diverses levures sont donc plus ou moins aplaties; mais elles ont toutes leur courbure dirigée dans le même sens, et la rotation est toujours gauche. Elles sont peu modifiées par la température, la concentration, l'acidité et autres circonstances du phénomène.

» Il existe d'autres espèces de levures qui, contrairement aux précédentes, font fermenter le lévulose plus vite que le glucose. Quand elles agissent sur du sucre interverti, la rotation initiale de la solution diminue rapidement en valeur absolue, devient nulle, change de signe, atteint un maximum à droite et redevient nulle, sans repasser à gauche. Les courbes correspondantes ont encore une forme parabolique, mais leur courbure est de sens contraire aux premières. Nous possédons actuellement quatre levures jouissant de cette nouvelle propriété; l'une des plus actives est une sorte de *Saccharomyces exiguus*, inversive, désignée dans nos notes par la lettre S. Dans une solution nutritive de sucre interverti, cette levure a donné, à la température de 25° :

Durée de l'expérience.	Rotation en divisions saccharimétriques.	Sucre réducteur total non fermenté par litre.	Glucose non fermenté par litre.	Lévulose non fermenté par litre.
h		gr	gr	gr
0..........	—190	102,0	51,0	51,0
24..........	—154	97,1	51,0	46,1
34..........	— 53	79,4	46,7	32,7
48..........	+ 38	61,3	43,0	18,3
58..........	+ 61	38,1	28,9	9,2
72..........	+ 57	26,3	21,2	5,1
82..........	+ 20	10,9	8,4	2,5
96..........	0	0,0	0,0	0,0

» Les propriétés électives de cette levure sont donc directement opposées à celles des levures déjà connues; elles sont aussi beaucoup plus influencées par les variations de température et de constitution du milieu de culture. Ainsi, en prenant 100 pour rotation initiale et rapportant les observations à ce terme commun de comparaison, les rotations maxima à droite, obtenues dans des essais comparatifs, deviennent par le calcul :

Proportion de sucre interverti.	Acidité initiale.	Température de la fermentation.	Rotation droite maxima.
		o	
10 pour 100.........	0,0	10	81
		25	41
		40	8
10 »	2,4	25	23
25 »	0,0	10	123
		25	102
		40	73
25 »	2,4	25	104

» Ces nombres donnent des courbes ayant les mêmes extrémités, la même forme générale, mais très différentes par la valeur des rayons de courbure aux sommets. Avec 10 pour 100 de sucre interverti et à température élevée, les lignes sont relativement aplaties, tandis qu'à basse température, et surtout avec des solutions concentrées, elles se confondent presque avec deux lignes droites. Dans ce dernier cas, le lévulose peut disparaître en entier avant que le glucose ne commence à fermenter.

» Les trois autres levures que nous avons isolées possèdent les mêmes propriétés générales que la levure S, mais elles sont sans action inversive sur le sucre de canne; l'une d'elles est une variété de levure apiculée.

» Il résulte de ces recherches que les levures alcooliques ne diffèrent pas seulement par leur forme, leur action sur le saccharose, leur puissance comme ferment, etc., mais encore par leur mode d'action sur les éléments constitutifs du sucre interverti.

» Ces propriétés nouvelles expliquent certaines anomalies qu'on rencontre dans le pouvoir rotatoire des boissons fermentées et dans l'analyse des sucres bruts et des mélasses. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur la fermentation alcoolique et la transformation de l'alcool en aldéhyde provoquées par le champignon du muguet.* Note de MM. **Georges Linossier** et **Gabriel Roux**, présentée par M. A. Chauveau.

« I. L'action du champignon du muguet sur les solutions sucrées a donné lieu jusqu'à ce jour à des affirmations contradictoires. Tandis que Grawitz ([1]) le considère comme un ferment alcoolique, Rees ([2]) ne lui reconnaît cette qualité qu'à un degré *exceptionnellement* faible; van Tieghem ([3]) le classe parmi les *Saccharomyces* qui ne font pas fermenter le sucre et M. Laurent, dans un article tout récent ([4]), affirme n'avoir pu obtenir de fermentation véritable sous son influence.

» Il entrait dans le cadre de nos recherches de donner de ce problème, par des expériences précises, une solution définitive.

» Nous avons ensemencé à cet effet divers liquides fermentescibles, préalablement stérilisés et maintenus à l'abri des germes atmosphériques, avec une trace de champignon du muguet provenant d'une culture pure. Les quantités maxima d'alcool obtenu furent, en volume, dans le moût de raisins secs, 5,5 pour 100; dans le moût de bière, 4,6 pour 100; dans des solutions sucrées ne renfermant, outre le sucre, que des sels minéraux, 2,7 pour 100.

([1]) *Virchow's Archiv*; 1877.
([2]) *Sitzungb. der phys. med. Soc. zu Erlangen*; 1877.
([3]) *Éléments de Botanique*; 1889.
([4]) *Bulletin de la Société belge de Micrographie*; 1890.

» Le champignon du muguet doit donc être rangé parmi les ferments alcooliques. Outre le glucose, il fait fermenter le lévulose et le maltose. Il se développe aux dépens du saccharose, sans le faire fermenter ni l'intervertir. Il ne peut assimiler le lactose. Dans un mélange de glucose et de lévulose, il s'attaque dès le début de la fermentation aux deux sucres, mais détruit le premier en quantité plus grande.

» Les produits accessoires de la fermentation sont, outre la glycérine et l'acide succinique, de l'acide acétique en proportion notable (un onzième du poids de l'alcool dans une fermentation et jusqu'à un septième dans une fermentation identique, mais dans laquelle la neutralité du liquide était maintenue par l'addition d'un peu de carbonate de chaux), un peu d'acide butyrique (de un dix-septième à un trentième du poids de l'acide acétique) et une assez grande quantité d'aldéhyde.

» II. L'acide acétique et l'aldéhyde sont des termes constants de la fermentation alcoolique normale. Le premier est considéré par M. Duclaux comme un produit d'excrétion de la levure, la seconde par MM. Schützenberger et Destrem comme un des termes du dédoublement du sucre au même titre que la glycérine et l'acide succinique. Il se peut que, dans les fermentations provoquées par le muguet, une fraction de l'aldéhyde et de l'acide acétique obtenus reconnaisse la même origine; mais cette fraction est certainement minime, surtout en ce qui concerne l'aldéhyde, et la plus grande partie des deux corps provient d'une oxydation de l'alcool préformé avec intervention de l'oxygène de l'air, sans lequel le muguet ne peut se développer.

» Les propriétés oxydantes du muguet vis-à-vis de l'alcool sont faciles à mettre en évidence : il suffit d'en semer une trace sur une solution très étendue d'alcool additionnée de sels minéraux convenables ; le végétal se développe facilement et l'alcool disparaît peu à peu, remplacé par un mélange d'aldéhyde et d'acide acétique.

» On peut se demander si ces deux corps sont au même titre des produits de l'activité du muguet. Nous avons quelque tendance à croire que non, que le muguet ne pousse l'oxydation de l'alcool que jusqu'au terme aldéhyde et que la formation de l'acide acétique aux dépens de cette dernière est exclusivement attribuable à l'action de l'air, sans intervention d'un phénomène biologique. Ce qui rend vraisemblable cette interprétation, c'est que l'aldéhyde est inutilisable pour le muguet et ne peut lui servir d'aliment. Semé sur une solution étendue de ce corps additionnée de sels minéraux convenables, le végétal ne s'y développe pas.

» C'est la première fois, à notre connaissance, qu'est signalée chez un organisme inférieur cette propriété de transformer l'alcool en aldéhyde. On a constaté, il est vrai, la présence de ce dernier corps dans le vinaigre, mais sa proportion y est toujours minime. Au contraire, dans l'action du muguet sur l'alcool, l'aldéhyde est à coup sûr le terme principal et peut-être le terme définitif de l'oxydation.

» III. La constatation du rôle de ferment alcoolique du muguet semble de prime abord fournir un argument aux auteurs qui le rangent parmi les *Saccharomyces*. L'étude attentive de la fermentation conduit à une conclusion toute différente.

» La teneur maxima en alcool des liquides fermentés est toujours moindre que dans les fermentations provoquées par les *Saccharomyces* les mieux connus, et se rapproche de celle que présentent les liquides fermentés sous l'influence de certaines mucorinées (*Mucor racemosus, spinosus, circinelloides*, etc.). Ce maximum n'est d'ailleurs atteint qu'après trois à cinq mois, et cette lenteur est encore un caractère des fermentations provoquées par les *Mucor*.

» Le rapport du poids de l'alcool formé au poids du sucre détruit est moindre pour le muguet que pour la levure (0,38 au maximum, au lieu de 0,50); moindre aussi le rapport du poids du sucre détruit au poids du végétal développé (16 et 19, au lieu de 34, dans des expériences comparatives, dans lesquelles toutes conditions d'aération, de milieu, de température, etc., avaient été rendues aussi identiques que possible). Or, ces deux rapports peuvent, dans une certaine mesure, fournir une expression numérique du pouvoir-ferment d'un champignon.

» Contrairement aux levures usuelles, et comme les *Mucor* les mieux étudiés, le muguet n'intervertit pas et ne fait pas fermenter le saccharose.

» Le muguet, enfin, résiste beaucoup moins à la privation d'oxygène que la levure de bière. Tandis que cette dernière est sans action sur l'alcool qu'elle produit, le muguet le détruit avec formation d'aldéhyde. Il est à la fois ferment alcoolique et agent d'oxydation.

» En résumé, la fermentation alcoolique provoquée par le muguet présente beaucoup plus les caractères de la fermentation par les *Mucor* immergés que ceux de la fermentation par la levure de bière. Son étude nous fournit une confirmation précieuse de nos recherches morphologiques, qui nous avaient conduits à rayer le champignon du muguet du groupe des *Saccharomyces*. »

GÉOLOGIE COMPARÉE. — *Examen lithologique et géologique de la météorite de Jelica (Serbie).* Note de M. STANISLAS MEUNIER.

« Il est tombé le $\frac{\text{19 novembre}}{\text{1}^{\text{er}}\text{ décembre}}$ 1889, aux environs de Jelica, en Serbie, une pluie de météorites dont les caractères lithologiques présentent un intérêt exceptionnel au point de vue de la Géologie comparée. Le Muséum d'Histoire de Paris en possède un très bel échantillon, qu'il a reçu de M. Zujovic, de Belgrade, en même temps que la relation du phénomène ([1]).

» On reconnaît, à première vue, cette circonstance très singulière que la météorite de Jelica est sensiblement identique à la météorite tombée également en Serbie, à Soko-Banja, près Alexinatz, le 13 octobre 1872, et dont j'ai soumis la description à l'Académie ([2]). Ces deux météorites, qui sont les seules qu'on ait jusqu'ici recueillies en Serbie, sont aussi les seules que comprenne le type lithologique désigné dans la collection du Muséum sous le nom de *banjite* ([3]).

» Ce qui donne une très haute signification à cette roche remarquable, c'est qu'elle est bréchiforme, c'est-à-dire formée par la juxtaposition de fragments différents les uns des autres, et qu'elle témoigne ainsi de la relation stratigraphique antérieure des masses pierreuses dont les débris la constituent. En effet, sur ses cassures, la météorite de Jelica montre, dans une masse d'un gris clair à structure un peu lâche et globulifère, de petits blocs anguleux beaucoup plus foncés et à grain serré et cristallin.

» Si l'on prélève des échantillons séparés de ces deux éléments, on est frappé de leur aspect différent et, ce qui est d'un vif intérêt, on arrive sans peine à identifier chacun d'eux à un type particulier de roches cosmiques représenté par des météorites distinctes.

» La masse générale, blanchâtre et oolithique, est de la *montréjite*, type auquel appartiennent, entre autres, les météorites de Montréjeau (1858), de Hessle (1869), de Searmont (1871), d'Assisi (1886), etc.; les fragments foncés sont du type *erxlébénite*, dont dépendent les pierres tombées à

([1]) *Annales géologiques de la péninsule balkanique*, t. II, fascicule I.
([2]) *Comptes rendus* du 14 février 1881.
([3]) *Guide dans la collection de météorites du Muséum*, 1889.

Ensisheim (1492), à Erxleben (1812), à Kernouve (1869), à Djati-Pengilon (1884), etc.

» Tout le monde reconnaîtra d'un coup d'œil la différence entre ces deux types : dans la collection de Vienne, ils sont distingués comme au Muséum, seulement on les y désigne respectivement sous les noms de *Kugelchenchondrit* et de *Krystallinerchondrit*.

» L'identification de la masse générale et des fragments de la météorite de Jelica aux deux types *montréjite* et *erxlébénite* résulte pour moi d'analyses chimiques et microscopiques que je viens de terminer au laboratoire de Géologie du Muséum : il n'y a pas lieu d'en donner ici le détail, que reproduisent, jusque dans les particularités intimes, les données fournies antérieurement par la météorite de Soko-Banja. Il faut seulement noter un caractère spécial de structure des brèches qui m'occupent : c'est le peu d'adhérence des fragments anguleux avec la matrice dans laquelle ils sont noyés. Sous le choc du marteau, ils tombent facilement en laissant en creux une empreinte de leur forme. C'est ce qu'on observe pour bien des brèches terrestres et, par exemple, pour les trachytes conglomérés auxquels on donne le nom de *trass*.

» En résumé, par l'ensemble de ses caractères, la météorite de Jelica nous contraint à voir, dans le milieu d'où elle dérive, un ensemble géologique où, à la suite de la constitution normale de roches distinctes, se sont exercées des actions de concassement, puis de charriage, de mélange et de cimentation des débris produits. Cette conclusion, tout à fait défavorable à l'opinion d'une assimilation des météorites aux étoiles filantes et aux comètes, a, au point de vue de l'histoire générale des pierres tombées du ciel, une importance trop grande pour que je ne l'aie pas signalée.

» Tout le monde est d'avis qu'une semblable opinion résulte nécessairement de la constatation de vraies brèches parmi les météorites; aussi les opposants, d'ailleurs de moins en moins nombreux, s'attachent-ils à contester qu'il y ait autre chose parmi les roches cosmiques que des masses constituées d'un seul jet. Parmi les plus fidèles partisans de cette manière de voir, il est intéressant de citer ici M. Brézina, conservateur de la collection minéralogique de Vienne. Dans son Catalogue, daté de 1885, il n'hésite pas à faire entrer la météorite de Soko-Banja dans son vingt-deuxième groupe lithologique, celui des *Kugelchenchondrit*, où l'on trouve pêle-mêle, avec des montréjites parfaitement caractérisées, des roches absolument différentes comme celles d'Eichtadt, qui est une lucéite; de La Baffe, qui est une canellite; de Lancé, qui est une ménite, etc. M. Bré-

zina ne consent même pas, malgré ses véritables *galets*, à mettre la météorite de Soko-Banja parmi ses *Kugelchenchondrit breccienähnlich* : on peut espérer que la répétition de faits analogues à ceux que nous procure aujourd'hui la météorite de Jelica fera enfin le jour dans son esprit. »

M. DE JONQUIÈRES dépose sur le bureau trois Volumes du *Journal d'histoire des Mathématiques*, publié à Stockholm par M. Gustaf Eneström, qui l'a chargé de les offrir, de sa part, à l'Académie des Sciences.

« Ces trois Volumes se rapportent aux années 1887, 1888 et 1889, et forment une « nouvelle série » de cette publication.

» Dans un article inséré à la page 3 du Volume de 1887, sous le titre : « Aperçu sur les recherches récentes de l'histoire des Mathématiques », M. Eneström, qui écrit purement notre langue, « fait ressortir le grand » mouvement actuel vers l'étude de l'histoire des Mathématiques », et termine « en exprimant l'espoir que l'importance de cette étude au point » de vue pédagogique, scientifique et historique sera de plus en plus » reconnue par tous les géomètres ».

» M. Eneström, dont le talent, l'érudition et le zèle pour les recherches de cette nature sont bien connus, appelle le concours de collaborateurs nouveaux pour son intéressante et importante publication.

» Aux trois Volumes précités, M. Eneström a joint un fascicule de quelques pages, intitulé : « Programme d'un Cours d'histoire des Mathématiques », fruit de vastes recherches dirigées avec autant de soin que d'impartialité. »

A 3 heures et demie, l'Académie se forme en Comité secret.

COMITÉ SECRET.

La Section de Mécanique, par l'organe de son Doyen M. *Resal*, présente la liste suivante de candidats à la place laissée vacante par le décès de M. *Phillips* :

En première ligne . . . . M. **Léauté**.
En deuxième ligne. . . . . M. **Sebert**.
En troisième ligne, ex æquo, *et par ordre alphabétique*. . . . . { M. **Bazin**. M. **Félix Lucas**.

Les titres de ces candidats sont discutés.

L'élection aura lieu dans la prochaine séance.

La séance est levée à 5 heures un quart.

J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 21 avril 1890.

Œuvres de Fourier, publiées par les soins de M. Gaston Darboux, sous les auspices du Ministère de l'Instruction publique. Tome second. *Mémoires publiés dans divers Recueils*. Paris, Gauthier-Villars et fils, MDCCCXC; 1 vol. in-4°. (Présenté par M. Darboux.)

Bibliotheca mathematica. Journal d'histoire des Mathématiques, publié par Gustaf Eneström. Stockholm, 1887-1889; 3 br. in-8°. (Présenté par M. de Jonquières.)

Bulletin de la Société de l'Industrie minérale, publié sous la direction du Conseil d'administration. Troisième série. Tome IV. 1re livraison, 1890.

— *Congrès international des Mines et de la Métallurgie. Travaux du Congrès.* Saint-Étienne, au siège de la Société; 1 vol. gr. in-8°.

Service géographique de l'armée. Rapport sur les travaux exécutés en 1889. Paris, L. Baudoin et Cie, 1890; br. gr. in-8°. (Deux exemplaires.)

Bulletin de la Société de Géographie. Septième série. Tome X. 4e trimestre 1889. Paris, Société de Géographie, 1889; br. in-8°.

Congrès international de Zoologie (Paris, 1889). *Compte rendu des séances du Congrès international de Zoologie,* publié par RAPHAEL BLANCHARD. Paris, au siège de la Société zoologique de France, 1889; 1 vol. gr. in-8°. (Présenté par M. A. Milne-Edwards.)

Guide pratique des pesages; par le Dr SUTILS. Paris, G. Steinheil, 1889; 1 vol. in-16 et 1 atlas. (Envoyé au concours du prix Bellion.)

Les pneumo-entérites infectieuses des fourrages ou variétés des affections typhoïdes des animaux solipèdes; par MM. GALTIER et VIOLET. Lyon, Pitrat aîné, 1890; 1 vol. gr. in-8°.

Proceedings of the Academy of natural Sciences of Philadelphia. Part III, october-december 1889. Philadelphia, 1890; 1 vol. in-8°.

Natural history of Victoria. Prodromus of the zoology of Victoria. Decade XIX. Melbourne, 1889; br. gr. in-8°.

Bulletin of the Museum of comparative Zoology, at Harvard College. Vol. XIX, n° 1, *Studies on lepidosteus.* Part I, by E.-L. MARK. Cambridge, U.S.A., printed for the Museum, 1890; 1 vol. in-8°.

Observatorio nacional argentino. Vol. XI. (*Resultados del observatorio nacional argentino en Cordoba* durante la direccion del D^or^ BENJAMIN A. GOULD, revisados y publicados por el Director JUAN M. THOME.) *Observaciones del año* 1878. Buenos Aires, E. Coni é Hijos, 1889; 1 vol. in-4°.

ERRATA.

(Séance du 24 mars 1890.)

Note de MM. *Jolyet* et *de Nabias* et non *Joly* et *de Nabias*.

(Séance du 14 avril 1890.)

Note de M. *G. Fouret*, Construction du rayon de courbure des courbes triangulaires symétriques, etc.

Page 780, ligne 9, au lieu de *ka*, lisez *km*.

Note de M. *Ch. Contejean*, Les cailloux impressionnés :

Page 811, ligne 20, *au lieu de* Des poudingues tertiaires des collines, *lisez* Les poudingues tertiaires de la colline.



N° 16.

TABLE DES ARTICLES. (Séance du 21 avril 1890.)

N° 16.

SUITE DE LA TABLE DES ARTICLES.

COMITÉ SECRET.

PARIS. — IMPRIMERIE GAUTHIER-VILLARS ET FILS,
Quai des Grands-Augustins, 55.

1890

PREMIER SEMESTRE.

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

TOME CX.

N° 17 (28 Avril 1890).

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS ET FILS, IMPRIMEURS-LIBRAIRES

DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

Quai des Grands-Augustins, 55.

1890

RÈGLEMENT RELATIF AUX COMPTES RENDUS,

ADOPTÉ DANS LES SÉANCES DES 23 JUIN 1862 ET 24 MAI 1875.

Les *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie* se composent des extraits des travaux de ses Membres et de l'analyse des Mémoires ou Notes présentés par des savants étrangers à l'Académie.

Chaque cahier ou numéro des *Comptes rendus* a 48 pages ou 6 feuilles en moyenne.

26 numéros composent un volume.

Il y a deux volumes par année.

ARTICLE 1er. — *Impression des travaux de l'Académie.*

Les extraits des Mémoires présentés par un Membre ou par un Associé étranger de l'Académie comprennent au plus 6 pages par numéro.

Un Membre de l'Académie ne peut donner aux *Comptes rendus* plus de 50 pages par année.

Les communications verbales ne sont mentionnées dans les *Comptes rendus*, qu'autant qu'une rédaction écrite par leur auteur a été remise, séance tenante, aux Secrétaires.

Les Rapports ordinaires sont soumis à la même limite que les Mémoires; mais ils ne sont pas compris dans les 50 pages accordées à chaque Membre.

Les Rapports et Instructions demandés par le Gouvernement sont imprimés en entier.

Les extraits des Mémoires lus ou communiqués par les correspondants de l'Académie comprennent au plus 4 pages par numéro.

Un Correspondant de l'Académie ne peut donner plus de 32 pages par année.

Dans les *Comptes rendus*, on ne reproduit pas les discussions verbales qui s'élèvent dans le sein de l'Académie; cependant, si les Membres qui y ont pris part désirent qu'il en soit fait mention, ils doivent rédiger, séance tenante, des Notes sommaires, dont ils donnent lecture à l'Académie avant de les remettre au Bureau. L'impression de ces Notes ne préjudicie en rien aux droits qu'ont ces Membres de lire, dans les séances suivantes, des Notes ou Mémoires sur l'objet de leur discussion.

Les Programmes des prix proposés par l'Académie sont imprimés dans les *Comptes rendus*, mais les Rapports relatifs aux prix décernés ne le sont qu'autant que l'Académie l'aura décidé.

Les Notices ou Discours prononcés en séance publique ne font pas partie des *Comptes rendus*.

ARTICLE 2. — *Impression des travaux des Savants étrangers à l'Académie.*

Les Mémoires lus ou présentés par des personnes qui ne sont pas Membres ou Correspondants de l'Académie peuvent être l'objet d'une analyse ou d'un résumé qui ne dépasse pas 3 pages.

Les Membres qui présentent ces Mémoires sont tenus de les réduire au nombre de pages requis. Le Membre qui fait la présentation est toujours nommé; mais les Secrétaires ont le droit de réduire cet Extrait autant qu'ils le jugent convenable, comme ils le font pour les articles ordinaires de la correspondance officielle de l'Académie.

ARTICLE 3.

Le *bon à tirer* de chaque Membre doit être remis à l'imprimerie le mercredi au soir, ou, au plus tard, le jeudi à 10 heures du matin; faute d'être remis à temps, le titre seul du Mémoire est inséré dans le *Compte rendu* actuel, et l'extrait est renvoyé au *Compte rendu* suivant, et mis à la fin du cahier.

ARTICLE 4. — *Planches et tirage à part.*

Les *Comptes rendus* n'ont pas de planches.

Le tirage à part des articles est aux frais des auteurs; il n'y a d'exception que pour les Rapports et les Instructions demandés par le Gouvernement.

ARTICLE 5.

Tous les six mois, la Commission administrative fait un Rapport sur la situation des *Comptes rendus* après l'impression de chaque volume.

Les Secrétaires sont chargés de l'exécution du présent Règlement.

Les Savants étrangers à l'Académie qui désirent faire présenter leurs Mémoires par MM. les Secrétaires perpétuels sont priés de les déposer au Secrétariat au plus tard le Samedi qui précède la séance, avant 5h. Autrement la présentation sera remise à la séance suivante

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 28 AVRIL 1890,

PRÉSIDENCE DE M. HERMITE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur une classe d'équations différentielles dont l'intégrale générale est uniforme;* par M. ÉMILE PICARD.

« J'ai considéré déjà à diverses reprises les équations différentielles

$$f(y, y', y'', \ldots, y^{(m)}) = 0, \tag{1}$$

où ne figure pas la variable indépendante x et où f représente un polynôme, dans le cas où l'intégrale générale est une fonction uniforme de x avec le seul point singulier essentiel à l'infini. Soit y une intégrale quelconque; si nous désignons par $y_1, y'_1, \ldots, y_1^{(m)}$ les valeurs que prennent cette fonction et ses dérivées, quand on remplace x par $x+h$, h étant arbitraire, on aura

$$\begin{aligned} y_1 &= F(h, y, y', \ldots, y^{(m)}), \\ y'_1 &= F_1(h, y, y', \ldots, y^{(m)}), \\ &\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots, \\ y_1^{(m)} &= F_m(h, y, y', \ldots, y^{(m)}), \end{aligned}$$

les F étant des fonctions uniformes du *point* analytique $(y, y', \ldots, y^{(m)})$, d'ailleurs arbitraire sur la *surface* f, et la transformation ainsi obtenue est évidemment réversible. J'ai appelé, en particulier, l'attention (*Comptes rendus*, t. CIV, 1887) sur le cas où cette transformation *biuniforme* serait *birationnelle*, et énoncé que, dans ce cas, on pouvait se rendre compte de la nature des intégrales de l'équation différentielle.

» Le cas de $m = 2$ a été traité complètement dans mon Mémoire sur la théorie des fonctions algébriques de deux variables; comme l'extension des raisonnements employés dans ce cas particulier présente au premier abord quelques difficultés, je ne crois pas inutile de revenir sur ce point en établissant que les intégrales pourront s'exprimer à l'aide des fonctions abéliennes ou de leurs dégénérescences.

» Il suffira, pour montrer la marche de la démonstration, de se borner à $m = 3$. Partons donc de l'équation

$$f(y, y', y'', y''') = 0.$$

Nous aurons le groupe de substitutions birationnelles

$$\begin{aligned} Y &= F\,(h, y, y', y'', y'''),\\ Y' &= F_1(h, y, y', y'', y'''),\\ Y'' &= F_2(h, y, y', y'', y'''),\\ Y''' &= F_3(h, y, y', y'', y'''). \end{aligned}$$

» En admettant dans les fractions rationnelles F des indéterminés comme coefficients, nous pouvons chercher à trouver ces indéterminés de la manière la plus générale, de façon que Y soit une intégrale de l'équation, quand y est lui-même une intégrale.

» Si ces coefficients, ainsi calculés, ne dépendent que de *un* ou *deux* paramètres arbitraires, on se trouvera ramené au cas de $m = 1$ ou de $m = 2$, pour lesquels les conclusions que nous avons en vue sont établies. Supposons donc qu'il y ait plus de deux paramètres arbitraires. Si cette transformation ne forme pas un groupe, on se trouvera encore ramené aux cas précédents; dans l'hypothèse contraire, on pourra isoler dans la transformation un sous-groupe à deux paramètres, l'un de ces paramètres étant h, et les deux substitutions de ce sous-groupe étant permutables. Écrivons ce nouveau groupe :

$$Y = R\,(h, k, y, y', y'', y''')$$

avec les équations analogues pour Y', Y'' et Y''', les R étant rationnelles par rapport aux y. Les deux substitutions étant permutables, on pourra choisir le second paramètre k de telle sorte que les équations différentielles donnant les Y en fonction de h et k, et qui sont classiques dans la théorie de M. Lie, ne renferment pas explicitement ces deux variables ; dans ces conditions, on aura un système S d'équations aux dérivées partielles en y, y', y'' et y''' qui restera inaltéré quand on fera sur les y la substitution

$$Y = R(a_1, a_2, y, y', y'', y'''),$$

a_1 et a_2 étant deux constantes. Ce point acquis, nous cherchons, en mettant encore dans les fonctions rationnelles R des coefficients indéterminés, à avoir la transformation la plus générale transformant en lui-même le système S ; si nous ne trouvons que deux arbitraires, nous sommes ramené à un cas déjà étudié ; le seul cas nouveau est celui où nous trouverions ainsi un groupe à trois paramètres, soit

$$Y = P(h, k, l, y, y', y'', y''')$$

avec les équations analogues. Les substitutions de ce groupe seront deux à deux permutables. Nous arrivons donc à cette conclusion que la *surface*

$$f(y, y', y'', y''') = 0$$

admet un groupe de transformations birationnelles à trois paramètres, les substitutions de ce groupe étant deux à deux permutables. Il est alors aisé de faire voir que les quatre coordonnées peuvent s'exprimer en fonctions abéliennes de trois paramètres, et enfin toute intégrale de l'équation s'obtient en mettant à la place de ces paramètres des fonctions linéaires de la variable x.

» Notre conclusion est donc établie : *sous l'hypothèse faite, l'intégrale générale de l'équation* (1) *s'exprime à l'aide des transcendantes de la théorie des fonctions abéliennes.*

» Indiquons, entre autres conséquences de ce théorème, une proposition qui présente quelque intérêt. Soit une équation

$$f(y, y', y'', \ldots, y^{(m)}) = 0,$$

dont l'intégrale générale Y puisse s'exprimer, à l'aide d'une intégrale par-

ticulière quelconque y, par la formule

$$Y = R(y, y', \ldots, y^{(m)}, a_1, a_2, \ldots, a_m),$$

R dépendant rationnellement des y, et les m lettres a représentant des constantes arbitraires. Tout d'abord l'intégrale générale de cette équation *sera nécessairement uniforme*, et nous pouvons conclure du théorème précédent *qu'elle pourra s'exprimer à l'aide des fonctions abéliennes ou de leurs dégénérescences.* »

THERMODYNAMIQUE. — *Sur l'équation caractéristique de l'azote.* Note de M. **Sarrau.**

« 1. Dans de précédentes Communications (¹), j'ai vérifié, en me servant de données expérimentales relatives à l'*acide carbonique*, une équation analogue à celles qui ont été proposées par M. Van der Waals et par Clausius pour représenter la relation entre la pression p, le volume v et la température absolue T.

» Cette équation est la suivante

$$(1) \qquad p = \frac{RT}{v-\alpha} - \frac{K\varepsilon^{-T}}{(v+\beta)^2},$$

R, α, β, K, ε désignant des constantes spécifiques.

» Les données expérimentales relatives à l'*azote* fournissent une nouvelle vérification de cette formule; voici la marche que j'ai suivie pour déterminer les constantes de ce gaz avec les résultats des expériences de M. Amagat (²).

» 2. Soit $A = RT$, $B = K\varepsilon^{-T}$; à une température donnée T_1, on a

$$p = \frac{A_1}{v-\alpha} - \frac{B_1}{(v+\beta)^2},$$

A_1, B_1, α, β, étant des constantes dont les valeurs sont déterminées quand on connaît, par expériences, quatre systèmes de valeurs (v, p). La constante A_1 étant égale à RT_1, sa valeur donne celle de R. Connaissant ainsi R, α, β, on calcule la valeur de B correspondant à une autre température T_2

(¹) *Comptes rendus*, t. CI, p. 941, 994 et 1145.

(²) *Annales de Chimie et de Physique*, 5e série, t. XXII, p. 366.

à l'aide d'un seul système de valeurs (v, p). Enfin les deux équations

$$B_1 = K\varepsilon^{-T_1}, \qquad B_2 = K\varepsilon^{-T_2}$$

déterminent K et ε.

» Les équations auxquelles on est ainsi conduit ne peuvent être résolues que par des tâtonnements fort laborieux; la méthode qui a semblé la meilleure consiste à attribuer à α une série de valeurs particulières, et à calculer les valeurs correspondantes de β, A_1, B_1 avec trois systèmes de valeurs (v, p) (¹).

» On a ainsi obtenu les quatre systèmes de coefficients résumés dans le Tableau suivant :

(I)

α.	β.	log R.	log K.	log (log ε).
3,75	5,20	0,98264	4,89017	$\bar{3}$,35356
4,00	3,62	0,98116	4,73401	$\bar{3}$,25263
4,25	2,37	0,97969	4,61259	$\bar{3}$,15196
4,50	1,38	0,97873	4,51830	$\bar{3}$,04544

» Dans les expériences de M. Amagat, les pressions sont évaluées en mètres de mercure. L'unité de volume n'est pas spécifiée; mais, sans la connaître, on peut, ainsi que je l'ai fait antérieurement, déterminer les valeurs qu'ont les constantes lorsque, en adoptant l'atmosphère pour unité de pression, on prend pour unité de volume le *volume normal,* ou volume que le gaz occuperait, à l'état parfait, à zéro sous la pression atmosphérique. Ce choix d'unités, attribuant à R, pour tous les gaz, la valeur $\frac{1}{273}$, réduit à 4 le nombre des paramètres de la formule. Le Tableau (I) est ainsi remplacé par le suivant :

(II)

α.	β.	log K.	log (log ε).
0,0010865	0,0015066	$\bar{3}$,93038	$\bar{3}$,35356
0,0011629	0,0010525	$\bar{3}$,78018	$\bar{3}$,25263
0,0012398	0,0006914	$\bar{3}$,66170	$\bar{3}$,15196
0,0013156	0,0004035	$\bar{3}$,56933	$\bar{3}$,04544

(¹) Le calcul a été fait en considérant, à la température $t_1 = 17°,7$, les trois systèmes de valeurs correspondantes que l'on déduit des valeurs de pv données par M. Amagat (*loc. cit.,* p. 366) :

p.	v.
30	91,50
100	27,90
260	12,65

et, à la température $t_2 = 100°,1$, le système $(p = 300,\ v = 14,67)$ (*loc. cit.,* ibid.).

» Aux quatre systèmes du Tableau (I) correspondent des formules qui, malgré les différences que présentent les valeurs d'un même coefficient en passant d'un système à l'autre, représentent les expériences de M. Amagat sensiblement avec la même exactitude. Ces expériences ne suffisent donc pas, malgré leur étendue ([1]), à la détermination précise des constantes.

» Cette détermination résulte de nouvelles expériences ([2]) du même physicien, où la pression a varié de 750^{atm} à 3000^{atm}, à la température de $15°$. Dans cette nouvelle série, les volumes sont rapportés au volume occupé par le gaz à cette température sous la pression atmosphérique, et il est aisé d'en déduire les rapports de ces mêmes volumes au volume normal v_0, ce qui permet de calculer la pression correspondant à chaque valeur mesurée de $\frac{v}{v_0}$ avec les différents systèmes du Tableau (II). Voici les résultats de ce calcul :

$\frac{v}{v_0}$.	p mesuré.	p calculé. (1).	(2).	(3).	(4).
0,0023863	750^{atm}	686	705	731	757
0,0021436	1000	855	895	954	1000
0,0018599	1500	1196	1297	1426	1591
0,0017016	2000	1558	1716	1972	2332
0,0015982	2500	1864	2162	2602	3290
0,0015255	3000	2196	2632	3328	4548

» On voit que la première et la seconde des valeurs attribuées à α donnent des valeurs de p trop faibles et que l'on se rapproche sans doute de la valeur exacte en prenant une moyenne entre la troisième et la quatrième des valeurs essayées.

» 3. Cette conclusion est confirmée par les résultats des expériences de Regnault; ces expériences, dont l'étendue est limitée, mais dont l'exactitude est parfaite, ont permis d'établir une formule empirique ([3]) faisant connaître, en mètres de mercure, à la température de $5°$, la pression correspondant à une fraction du volume occupé sous la pression de 1^m.

» A cet effet, il faut d'abord chercher, pour le rapporter à v_0, le volume unité de Regnault; on trouve ainsi 0,77335.

([1]) Les expériences ont été faites à cinq températures, dont les extrêmes sont $17°,7$ et $100°,1$, en faisant varier la pression de 30^m à 320^m de mercure.

([2]) *Comptes rendus*, t. CVII, p. 522.

([3]) *Mémoires de l'Académie des Sciences*, t. XXI, p. 423.

» En supposant ensuite ce volume réduit à son dixième, puis à son vingtième, la formule de Regnault donne pour la pression $9^m,9436$ et $19^m,789$, tandis que la formule (1) donne, avec les quatre systèmes de coefficients,

$$9,9044, \quad 9,9228, \quad 9,9393, \quad 9,9513$$

et

$$19,647, \quad 19,711, \quad 19,769, \quad 19,813.$$

» 4. Lorsque le point critique est atteint, on a $\frac{dp}{dv} = 0$, $\frac{d^2p}{dv^2} = 0$; en joignant ces équations à la formule (1), on a trois équations déterminant v, T, p au point critique. En posant $\gamma = \alpha + \beta$, on trouve ainsi

$$v_c = \alpha + 2\gamma, \qquad T_c \varepsilon^{T_c} = \frac{8}{27}\frac{K}{R\gamma}, \qquad p_c = \frac{1}{8}\frac{RT_c}{\gamma}.$$

» Avec ces formules, les quatre systèmes de coefficients donnent, pour t_c,

$$-139^\circ,5, \quad -143^\circ,8, \quad -146^\circ,0, \quad -146^\circ,6,$$

et pour p_c

$$23^{atm},57, \quad 26^{atm},70, \quad 30^{atm},11, \quad 33^{atm},66.$$

» D'ailleurs, d'après les expériences, les éléments du point critique de l'azote sont

$$t_c = -146^\circ, \qquad p_c = 35^{atm},0 \quad \text{(Olszewski)},$$
$$t_c = -145^\circ, \qquad p_c = 33^{atm},6 \quad \text{(Wroblewski)}.$$

» Ces valeurs diffèrent encore fort peu de celles que donnent, en se servant des formules, le troisième et le quatrième système de constantes.

» 5. Il résulte de cette discussion que, pour l'azote, les expériences de Regnault, les deux séries d'expériences de M. Amagat ainsi que les déterminations expérimentales du point critique peuvent être représentées par une formule unique à l'ordre d'approximation que comportent les données expérimentales. Cette concordance remarquable ne témoigne pas moins en faveur de la justesse des vues théoriques que de l'habileté des expérimentateurs.

» Le système suivant de coefficients, pour lequel l'atmosphère et le volume normal sont pris comme unités,

$$\alpha = 0,001276, \qquad \beta = 0,000546,$$
$$\log K = \bar{3},65220, \qquad \log(\log\varepsilon) = \bar{3},14327,$$

s'accorde exactement avec les expériences de Regnault, auxquelles les physiciens attribuent une précision exceptionnelle, et avec celles de M. Amagat jusqu'à 2500^{atm}; les éléments critiques correspondants sont

$$t_c = -142^\circ, \qquad p_c = 32^{atm},91.$$

» On peut adopter provisoirement ces coefficients comme donnant une représentation assez exacte de la compressibilité de l'azote à l'état gazeux.

» Le calcul des tensions de la vapeur saturée, des densités de la vapeur et du liquide à l'état de saturation et des chaleurs de vaporisation, fera l'objet d'une prochaine Communication. »

THERMOCHIMIE. — *Sur les chaleurs de formation et de combustion de divers principes azotés, dérivés des matières albuminoïdes;* par MM. **Berthelot** et **André**.

« La chaleur animale est produite par les métamorphoses et par l'oxydation des matières alimentaires, et spécialement des trois groupes fondamentaux : corps gras, hydrates de carbone et composés albuminoïdes. Pour en définir l'origine et le développement, il est donc nécessaire de connaître la chaleur dégagée par chacune de ces métamorphoses en particulier, chaleur qui se déduit elle-même, suivant les principes de la Thermochimie, de la connaissance des chaleurs de combustion et de formation des divers principes contenus dans les éléments et dans l'économie humaine (1). C'est dire assez quelle importance présente la détermination de ces chaleurs de combustion.

» Les nouvelles méthodes employées à cet effet par M. Berthelot, et spécialement l'emploi de la bombe calorimétrique, ont permis de l'aborder d'une façon générale, et pour des corps qui échappaient pour la plupart, en raison de leur fixité et de leur difficile inflammabilité, aux méthodes fondées sur l'emploi de l'oxygène libre. Celui du chlorate de potasse, à l'aide duquel on avait essayé de tourner la difficulté, n'a fourni que des résultats trop incertains pour pouvoir servir de base à des déductions exactes.

» Au contraire, l'oxygène, comprimé à 25 atmosphères dans les nou-

(1) *Essai de Mécanique chimique*, t. I, p. 89.

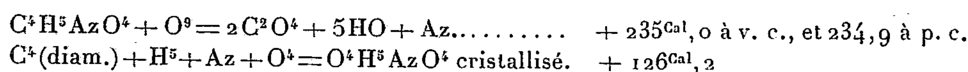
veaux appareils, ne souffre aucune exception et donne lieu aux mesures les plus précises. Dès à présent, les chaleurs de formation et de combustion des divers composés organiques et en particulier celles des hydrates de carbone et des principaux corps gras ont été ainsi déterminées par M. Berthelot et, d'après les indications de son laboratoire, par MM. Ogier, Vieille, Louguinine, Recoura, Petit, Ossipoff, Stohmann [1], etc. Il ne restait plus qu'à comprendre dans les mêmes recherches les principes albuminoïdes et leurs principaux dérivés. C'est ce que nous avons fait cet hiver, et nous allons publier nos résultats.

» Le Mémoire que nous présentons aujourd'hui à l'Académie comprend un certain nombre des corps azotés définis les plus importants, qui résultent du dédoublement des albuminoïdes ou qui s'y rattachent, tels que la glycollamine ou glycocolle, l'alanine, la leucine, la tyrosine, l'asparagine, l'acide aspartique et l'acide hippurique.

» L'un de nous a déjà fait connaître, avec M. Petit, la chaleur de formation et de combustion de l'urée, et M. Matignon communiquera prochainement ses résultats sur l'acide urique. Les chaleurs de formation des trois corps azotés excrémentiels les plus importants : urée, acide urique et acide hippurique sont ainsi connues désormais.

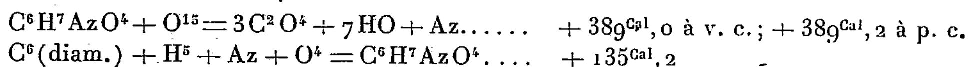
» Voici les résultats de nos expériences :

» *Glycollamine.* $C^4H^5AzO^4 = 75^{gr}$. — 3 combustions ont donné, pour 1^{gr} : $3133^{cal},2$; $3137^{cal},4$; $3130^{cal},4$. Moyenne $3133^{cal},6$; soit pour :



$C^4H^5AzO^4 + O^9 = 2C^2O^4 + 5HO + Az$......... $+ 235^{Cal},0$ à v. c., et $234,9$ à p. c.
$C^4(\text{diam.}) + H^5 + Az + O^4 = O^4H^5AzO^4$ cristallisé. $+ 126^{Cal},2$

» *Alanine.* $C^6H^7AzO^4 = 89^{gr}$. — 3 essais pour 1^{gr} : $4352^{cal},8$; $4385^{cal},4$; $4374^{cal},0$. Moyenne $4370^{cal},7$; soit pour :



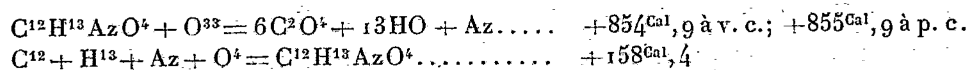
$C^6H^7AzO^4 + O^{15} = 3C^2O^4 + 7HO + Az$..... $+ 389^{Cal},0$ à v. c.; $+ 389^{Cal},2$ à p. c.
$C^6(\text{diam.}) + H^5 + Az + O^4 = C^6H^7AzO^4$.... $+ 135^{Cal},2$

» La différence entre les chaleurs de combustion de l'alanine et de la glycollamine $= + 154^{Cal},3$; ce qui est conforme à la règle générale donnée autrefois par l'un de nous.

---

(1) M. Stohmann, avec un zèle scientifique qui l'honore, est venu à Paris étudier la bombe calorimétrique et l'a employée dans ses nouvelles déterminations.

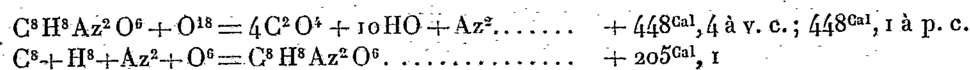
» *Leucine*. — La combustion d'un très bel échantillon a donné pour 1^{gr} : $6526^{cal},1$.



$C^{12}H^{13}AzO^4 + O^{33} = 6C^2O^4 + 13HO + Az$..... $+854^{Cal},9$ à v. c.; $+855^{Cal},9$ à p. c.
$C^{12} + H^{13} + Az + O^4 = C^{12}H^{13}AzO^4$........... $+158^{Cal},4$

» Différence entre les chaleurs de combustion de la leucine et de l'alanine : $+155^{Cal},6 \times 3$.

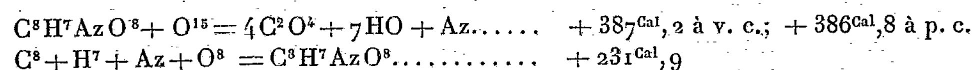
» *Asparagine*. $C^8H^8Az^2O^6 = 132^{gr}$. — 3 essais pour 1^{gr} : $3403^{cal},9$; $3398^{cal},4$; $3388^{cal},2$. Moyenne $3396^{cal},8$; soit pour :



$C^8H^8Az^2O^6 + O^{18} = 4C^2O^4 + 10HO + Az^2$...... $+448^{Cal},4$ à v. c.; $448^{Cal},1$ à p. c.
$C^8 + H^8 + Az^2 + O^6 = C^8H^8Az^2O^6$.............. $+205^{Cal},1$

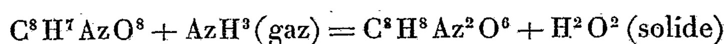
Chaleur de dissolution dans l'eau, à $14°$: $-6^{Cal},57$ hydrate; $-5,38$ corps anhydre. Réaction de l'acide chlorhydrique étendu sur cette dissolution : $+1^{Cal},8$.

» *Acide aspartique*. $C^8H^7AzO^8 = 133^{gr}$. — 3 essais pour 1^{gr} : $2911^{cal},6$; $2914^{cal},6$; $2907^{cal},2$. Moyenne, $2911^{cal},1$; soit pour :



$C^8H^7AzO^8 + O^{15} = 4C^2O^4 + 7HO + Az$...... $+387^{Cal},2$ à v. c.; $+386^{Cal},8$ à p. c.
$C^8 + H^7 + Az + O^8 = C^8H^7AzO^8$........... $+231^{Cal},9$

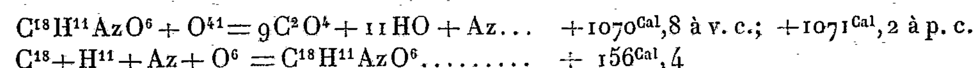
» La transformation de l'acide aspartique en asparagine :



$$C^8H^7AzO^8 + AzH^3(\text{gaz}) = C^8H^8Az^2O^6 + H^2O^2 \text{ (solide)}$$

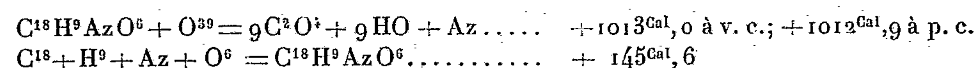
dégagerait : $+31^{Cal},4$.

» *Tyrosine*. $C^{18}H^{11}AzO^6 = 181^{gr}$. — 3 essais pour 1^{gr} : $5923^{cal},9$; $5921^{cal},1$; $5903^{cal},2$. Moyenne, $5915^{cal},9$; soit pour :



$C^{18}H^{11}AzO^6 + O^{41} = 9C^2O^4 + 11HO + Az$... $+1070^{Cal},8$ à v. c.; $+1071^{Cal},2$ à p. c.
$C^{18} + H^{11} + Az + O^6 = C^{18}H^{11}AzO^6$......... $+156^{Cal},4$

» *Acide hippurique*. $C^{18}H^9AzO^6 = 179^{gr}$. — 3 essais pour 1^{gr} : $5688^{cal},9$; $5646^{cal},8$; $5642^{cal},2$. Moyenne, $5659^{cal},3$; soit pour :



$C^{18}H^9AzO^6 + O^{39} = 9C^2O^4 + 9HO + Az$..... $+1013^{Cal},0$ à v. c.; $+1012^{Cal},9$ à p. c.
$C^{18} + H^9 + Az + O^6 = C^{18}H^9AzO^6$.......... $+145^{Cal},6$

» La réaction génératrice au moyen de l'acide benzoïque et de la glycollamine, $C^{14}H^6O^4 + C^4H^5AzO^4 = C^{18}H^9AzO^4 + H^2O^2$, tous corps solides, absorberait : $-5^{Cal},0$.

» En résumé, voici les chaleurs de formation, depuis les éléments carbone-diamant, hydrogène, oxygène et azote gazeux :

			Cal
Urée	$C^2H^4Az^2O^2$	solide	+ 80,8
		dissoute	+ 77,2
Acide urique (Matignon)	$C^{10}H^4Az^4O^6$		+148,1
Glycollamine	$C^4H^5AzO^4$	solide	+126,2
		dissoute	+122,6
Acide hippurique	$C^{18}H^9AzO^6$		+146,3
Tyrosine	$C^{18}H^{11}AzO^6$		+156,4
Alanine	$C^6H^7AzO^4$		+135,2
Leucine	$C^{12}H^{13}AzO^4$		+158,4
Asparagine	$C^8H^8Az^2O^6$	solide	+205,1
		dissoute	+199,7
Acide aspartique	$C^8H^7AzO^8$		+231,9

» La chaleur totale de combustion de ces divers principes surpasse d'ordinaire, l'urée et la leucine exceptées, celle qui serait calculée d'après l'hypothèse que l'hydrogène, séparé à l'état d'eau, ne dégage point de chaleur et que le carbone en dégage autant que s'il était libre (calcul de Dulong). Les excédents sont les suivants pour les poids moléculaires respectifs :

Urée	—11,8
Glycollamine	+11,8
Alanine	+ 2,8
Leucine	—20,4
Asparagine	+ 1,9
Acide aspartique	+33,2
Acide urique	+37,0
Acide hippurique	+60,7
Tyrosine	+50,0

» Voici encore la chaleur dégagée par la combustion des composés précédents, tant pour les corps isolés que pour les corps dissous ; en supposant que tout leur azote soit éliminé à l'état d'urée, la chaleur de dissolution de ce corps compensant approximativement (faute des données nécessaires) celle du principe brûlé et l'acide carbonique supposé dissous,

condition qui est à peu près celle des combustions opérées dans l'organisation animale :

	Tous corps séparés de l'eau.	Tous corps dissous.	Combustion totale ([1]).	Déficit ([2]). Tous corps séparés de l'eau.	Déficit. Tous corps dissous.
Glycollamine......	+159,2	+167,3	234,9	75,7	78,5
Alanine...........	+313,5	+327,5	389,2	75,7	78,5
Leucine...........	+780,4	+811,2	855,9	75,7	78,5
Tyrosine..........	+995,5	+942,6	1071,2	75,7	78,5
Asparagine........	+296,6	+314,4	448,1	151,5	156,1
Acide aspartique...	+311,1	+330,7	386,8	75,7	78,5
Acide hippurique..	+937,2	+982,8	1012,9	75,7	78,5
Acide urique......	+158,4	+175,8	461,4	303,0	314,2

» Ce procédé de transformation répond chez l'homme à plus des quatre cinquièmes de l'azote éliminé.

» On voit que la chaleur ainsi dégagée est inférieure à la chaleur d'une combustion totale de quantités considérables, qui s'élèvent au tiers pour la glycollamine et l'asparagine; au treizième seulement pour l'acide hippurique et la tyrosine; mais qui montent jusqu'aux deux tiers pour des corps très azotés, tels que l'acide urique.

» On voit encore par là à quel point étaient imparfaits les anciens procédés employés pour calculer la chaleur animale, et combien l'urée joue un rôle important dans cette évaluation; car elle constitue la forme d'élimination pour 80 ou 85 centièmes de l'azote éliminé par l'économie humaine.

» La déperdition est plus forte encore pour les 15 ou 20 centièmes éliminés sous d'autres formes, telles que l'acide urique ou l'acide hippurique. Soit celle d'acide urique, chaque équivalent (14^{gr}) de l'azote éliminé sous cette forme donnera lieu dans la combustion à un déficit de $115^{Cal},2$, tous corps séparés de l'eau, et de $+122^{Cal},0$, l'acide carbonique demeurant dissous. L'influence des corps polyazotés serait analogue. Avec l'acide hip-

---

(1) Ce chiffre répond à l'acide carbonique gazeux.

(2) Ce chiffre suppose les corps séparés de l'eau, et l'acide carbonique gazeux. Si l'acide carbonique était dissous, comme dans l'économie, le déficit serait accru de la chaleur de dissolution d'un équivalent d'acide carbonique : soit de 2,8 pour chaque équivalent d'azote (14^{gr}); c'est ce qu'indique la colonne suivante.

purique, la perte est bien plus élevée, en raison de la richesse de ce corps en carbone; car elle s'élève à $1012^{Cal},9$ par équivalent d'azote (14^{gr}) éliminé sous cette forme. Il y aurait donc un déficit thermique très considérable pour les herbivores, si, par compensation, une portion de l'azote n'était pas éliminée chez eux à l'état libre dans l'intestin : point qui n'est pas d'ailleurs entièrement éclairci. En tout cas, le déficit correspondant à l'acide urique est déjà notable et il rend compte, jusqu'à un certain point, de l'influence d'un excès d'alimentation pour former de tels produits de combustion incomplète, et des perturbations physiologiques et pathologiques si caractérisées qui en accompagnent l'apparition. »

CHIMIE. — *Recherches sur la condensation de la vapeur de benzine et de l'acétylène sous l'influence de l'effluve;* par M. P. SCHUTZENBERGER.

« J'ai l'honneur de soumettre à l'Académie de nouvelles recherches qui viennent à l'appui des faits que j'ai signalés daus mes Communications antérieures.

» Notre éminent Confrère, M. Fizeau, qui a bien voulu s'intéresser à mes recherches sur la perméabilité du verre, m'a conseillé d'opérer dans des vases scellés à la lampe et sans aucune communication possible avec le dehors.

» Pour donner satisfaction à ce désir dont j'ai parfaitement compris l'importance, je n'ai eu qu'à reprendre et à contrôler à nouveau d'anciennes expériences inédites, commencées il y a deux ans, sur la condensation de la vapeur de benzine.

» Les conditions dans lesquelles on peut opérer et arriver à condenser, sous forme solide, assez de matière pour une analyse élémentaire sont des plus simples et permettent d'employer un tube à effluve scellé et entièrement clos. On introduit à cet effet dans le tube à effluve quelques grammes (2 à 3) de benzine pure et sèche. Le tube est ensuite renversé et mis en communication par son extrémité ouverte, formée par un tube semi-capillaire à parois épaisses, avec une pompe à mercure. Le vide étant effectué, on ferme à la lampe. Il reste assez de benzine pour les besoins de l'analyse. Le tube étant redressé et maintenu vertical, on fait passer l'effluve d'une forte bobine, en employant des armatures à eau acidulée.

» La vapeur de benzine, qui occupe l'espace intérieur, se condense sur

les deux parois internes actives, sous la forme d'une couche solide, transparente, jaune clair. On voit peu à peu la benzine liquide, qui occupe l'extrémité inférieure, diminuer de volume et disparaître pour aller se fixer à l'état solide sur les parois actives. Le produit ainsi formé est soluble dans la benzine, d'apparence résineuse.

» Nous nous occuperons plus tard des propriétés chimiques et physiques de ce corps; pour le moment, nous ne fixerons notre attention que sur le côté de la question relative à la perméabilité probable du verre.

» Cette expérience, si simple en apparence, offre malheureusement un grave inconvénient. Les tubes à effluve fonctionnant avec vide intérieur ou sous une pression réduite à la tension qu'a la vapeur de benzine à la température ordinaire se brisent presque fatalement, au bout d'un temps plus ou moins long, pendant le passage du flux électrique; c'est le tube intérieur qui se rompt et le liquide acide qu'il contient tombe dans le réservoir externe. La rupture a lieu au bout de une à six heures, suivant les cas.

» Elle n'est pas due à une accumulation de gaz dans l'appareil, comme je l'ai constaté en mettant celui-ci en communication avec un tube barométrique. C'est le verre qui devient cassant par le passage prolongé du flux électrique. Avec des tubes entièrement vides la rupture se produit au bout de très peu de minutes.

» Malgré cet inconvénient, j'ai pu mener à bien un certain nombre d'essais, en en réussissant un sur cinq, avec la précaution d'arrêter l'expérience au bout de deux à trois heures d'effluve. Il convient de ne pas arrêter le flux pour recommencer quelques heures après. Dans ce cas, le tube interne se brise généralement peu de temps après la reprise.

» L'analyse élémentaire du produit m'a constamment fourni de l'oxygène en proportions plus ou moins fortes, depuis 1 jusqu'à 5 pour 100, bien qu'on l'ait effectuée aussitôt après la rupture du tube et en introduisant le tube tout entier dans l'appareil à combustion. Ce n'est pas pendant le court intervalle de temps, trois à cinq minutes, nécessaire pour la pesée que le corps aurait pu fixer une telle dose d'oxygène.

» En effet, bien que le produit condensé ait la propriété de fixer l'oxygène de l'air, cette fixation n'a lieu qu'avec une extrême lenteur, et ce n'est qu'au bout de une à deux heures que l'on constate une augmentation sensible de poids de 1^{mgr} à 2^{mgr}. Cette cause d'erreur est donc écartée. Voici les résultats numériques trouvés dans un certain nombre d'expériences, toutes dirigées de la même façon;

I. — *Analyse de la benzine employée.*

Carbone pour 100	92,47
Hydrogène pour 100	7,80
	100,27

II. — *Analyses des produits condensés.*

Pour 100.	*a.*	*b.*	*c.*	*d.*	*e.*	*f.*
Carbone	88,37	90,77	91,14	88,66	90,64	91,2
Hydrogène	7,45	7,69	7,65	7,51	7,81	7,6
Oxygène	4,18	1,54	1,21	3,81	1,55	1,2

Pour 100.	*g.*	*h.*	*i.*	*l.*	*m.*	*n.*
Carbone	90,26	89,3	91,63	90,43	91,2	85,9
Hydrogène	7,68	7,5	7,67	7,71	7,7	7,1
Oxygène	2,1	3,2	0,7	1,86	1,1	7,0

» Dans l'expérience suivante on a analysé séparément le dépôt formé sur le tube interne et celui adhérent au tube externe :

Pour 100.	Tube interne.	Tube externe.
Carbone	90,54	87,14
Hydrogène	7,30	7,48
Oxygène	2,10	5,38

» L'ensemble de ces résultats, et notamment le dernier, s'accordent absolument avec ceux obtenus avec l'acétylène qui donne également un produit plus ou moins oxygéné, 2 à 5 pour 100, et avec lequel j'ai aussi constamment constaté que les deux couches différaient notablement par leur teneur en oxygène.

» Je citerai enfin une dernière expérience faite avec l'acétylène, expérience que je considère comme tout à fait concluante. Après avoir condensé, par alimentations successives sur la cuve à mercure, environ 250^{cc} d'acétylène pur et sec, et lorsque le mercure s'élevait à 1^{cm} de l'extrémité inférieure du tube interne, j'ai rempli l'espace disponible avec de l'hydrogène pur et sec et continué l'effluve pendant douze heures.

» Au début de cette seconde phase, le volume a diminué d'une quantité correspondante à l'acétylène resté, puis l'absorption s'est arrêtée.

» Le produit analysé a donné :

	Pour 100.
C....................	75,0
H....................	8,9
O....................	16,1

ce qui, pour le poids d'acétylène condensé, correspond à une introduction d'eau de 2^{cgr}, résultat qui est d'accord avec ceux de mes expériences sur l'oxyde de carbone.

» Le produit ainsi formé n'absorbe pas l'oxygène de l'air.

» Le poids et l'apparence du verre ne sont nullement altérés. On constate tout au plus, après combustion, une très légère couche superficielle de sels alcalins qui ternit les surfaces correspondant au dépôt. Le poids de cette couche ne dépasse pas 1^{mgr} à 2^{mgr}. »

PALÉONTOLOGIE VÉGÉTALE. — *Sur le* Gomphostrobus heterophylla, *Conifère prototypique du Permien de Lodève.* Note de M. **A.-F. Marion.**

« La recherche des formes primitives de Conifères est un des plus vifs attraits de l'étude des flores houillères et permiennes. Au milieu des espèces variées de Cryptogames apparaissent, dans les associations végétales de ces époques lointaines, des types ambigus qui acquièrent graduellement les caractères des Phanérogames gymnospermes. Parmi ces dernières plantes, le groupe des Salisburiées s'est développé et diversifié l'un des premiers, représenté par des genres éteints tels que les *Whittleseya*, les *Ginkgophyllum*, les *Trichopitys*, les *Dicranophyllum*. Les Taxinées peuvent être sans trop d'effort rattachées à ces types; les Conifères proprement dites, ou Aciculariées strobilifères, restent jusqu'ici plus isolées et l'on a pu se demander si elles ne dériveraient pas d'une souche distincte. Les végétaux fossiles que je vais signaler sous le nom de *Gomphostrobus* me semblent de nature à montrer que certaines Conifères primitives ont conservé transitoirement quelques particularités morphologiques des anciennes Salisburiées, ce qui constitue un argument sérieux en faveur d'une commune origine.

» Les fossiles dont il s'agit proviennent des ardoises de Lodève, dans lesquelles on a recueilli, outre diverses Salisburiées, d'abondantes espèces de Walchia qui représentaient jusqu'ici, avec les Albertia, les plus

anciennes Conifères connues. J'ai pu examiner trois empreintes que je considère comme des strobiles de la même plante, s'offrant à des états différents de développement et de conservation.

» La première, la plus petite, est un organe isolé, manifestement détaché de sa tige, long de $5^{cm},5$ avec une largeur maximum de $2^{cm},5$. Il est constitué par une agglomération d'appendices aciculaires longs et rigides, mais bifurqués à leur extrémité qui se termine ainsi par deux pointes acérées, plus ou moins divergentes. Ces acicules bifides sont plus écartés sur l'un des côtés de l'organe, plus denses, plus rapprochés de l'axe, sur l'autre face, de sorte que le strobile présente une asymétrie très accentuée, comme les cônes de certaines Aciculariées actuelles.

» Cette asymétrie est encore plus accentuée sur la seconde empreinte qui prend l'aspect d'une sorte de panache recourbé. Ici encore, l'organe, par suite d'une cassure accidentelle de l'ardoise qui le porte, n'est pas rattaché à sa branche. Il atteint une longueur de 9^{cm}, et ses grandes bractées aciculaires bifurquées n'ont pas moins de 4^{cm} à 5^{cm}. Il est difficile de suivre le contour exact d'une de ces bractées dans la touffe qu'elles forment. On voit bien, toutefois, qu'elles s'attachent par une base assez largement dilatée et qu'elles ne se ramifient qu'une fois vers leur sommet. Je me suis assuré que telle était bien leur structure, grâce à un troisième échantillon dans lequel ces appendices sont plus lâches à la base de l'organe, et surtout par suite de cette particularité intéressante que ces pièces pouvaient se détacher de l'axe, peut-être par un phénomène naturel de végétation. J'ai reconnu, en effet, sur une plaque une bractée absolument isolée montrant nettement sa base dilatée embrassante, coupée au point d'émergence, et sa portion libre terminée par deux pointes divergentes.

» L'étude d'empreintes analogues à celles que je viens de décrire ne donnerait qu'une connaissance tout à fait incomplète de la Conifère qu'elles nous conservent. On arriverait peut-être, d'après leur simple aspect, à les considérer comme des strobiles, mais on serait aussi frappé par la grande ressemblance de ces fossiles avec la Salisburiée primitive du carbonifère supérieur, connue sous le nom de *Dicranophyllum gallicum* (Grand'Eury). On se tromperait, cependant, en les rapportant au même type. Le troisième échantillon du *Gomphostrobus* nous fixe incontestablement à ce sujet. Sur cette empreinte, le strobile n'est plus isolé. Il est rattaché à un rameau conservé sur une longueur de 5^{cm}, rameau que l'on ne saurait distinguer d'une branche de Walchia garnie de ses feuilles recourbées en crochet.

Le strobile lui-même ne diffère pas des deux autres. Il est même mieux caractérisé, ses bractées étant plus écartées les unes des autres.

» Il est donc certain que la nouvelle Conifère, que je désigne sous le nom de *Gomphostrobus heterophylla*, avait déjà revêtu le système végétatif normal de la famille, celui des Walchia primitifs, que nous revoyons dans des genres actuels très divers (*Araucaria*, *Cryptomeria*, *Glyptostrobus*, etc.). Mais, par suite d'un phénomène de retour atavique, les appendices de son strobile reproduisaient la structure des feuilles ramifiées de certaines Salisburiées anciennes, par exemple des *Dicranophyllum* et aussi du *Trichopitys heteromorpha* qui végétait à la même époque et dans les mêmes lieux.

» Il n'est pas inutile de remarquer que l'appareil végétatif aciculaire qui se manifeste dès le Permien chez les Walchia et le *Gomphostrobus* provient lui-même d'un amoindrissement et de la régularisation des appendices polymorphes du *Trichopitys*. Les laciniures profondes et répétées des larges feuilles des plus anciennes Salisburiées ont pu, par conséquent, réaliser le feuillage aciculaire des Conifères; et cette parenté originaire des deux types trouve encore une démonstration dans ce fait que le limbe élargi reparaît par régression chez certains *Araucaria* et chez les *Dammara*. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Membre, dans la Section de Mécanique, pour remplir la place laissée vacante par le décès de M. *Phillips*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 55,

M. Léauté	obtient	34 suffrages
M. le général Sebert	»	14 »
M. Félix Lucas	»	4 »
M. Bazin	»	2 »
M. Appell	»	1 »

M. Léauté, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu. Sa nomination est soumise à l'approbation du Président de la République.

CORRESPONDANCE.

M. le **Maire de Limoges** invite l'Académie à se faire représenter à l'inauguration de la statue de *Gay-Lussac*, qui aura lieu le 11 août prochain.

ASTRONOMIE. — *Observation de la comète Brooks* (19 *mars* 1890), *faite à l'équatorial Brunner de l'observatoire de Toulouse;* par M. E. **Cosserat**, présentée par M. Tisserand.

Date 1890.	Étoile de comparaison.	Grand.	✶ — ⋆. Ascension droite.	Déclinaison.	Nombre de comp.
Avril 21...	4331 BD + 22°	7.8	$+0^m19^s,37$	$-1'31'',5$	12:12

Position de l'étoile.

Date 1890.	Ascension droite moyenne 1890,0.	Réduction au jour.	Déclinaison moyenne 1890,0.	Réduction au jour.	Autorité.
Avril 21...	$21^h6^m59^s,11$	$-0^s,47$	$22°37'56'',3$	$-15'',8$	102 W_2 H. 21

Position apparente de la comète.

Date 1890.	Temps moyen de Toulouse.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parall.	Déclinaison apparente.	Log. fact. parall.
Avril 21........	$13^h20^m11^s$	$21^h7^m18^s,01$	$\bar{1},665_n$	$22°36'9'',0$	0,734

OPTIQUE. — *Théorie générale de la visibilité des franges d'interférence.* Note de MM. J. **Macé de Lépinay** et **Ch. Fabry.**

« Les appareils producteurs de franges d'interférence semblent se diviser en deux catégories : les uns paraissent exiger l'emploi d'une fente convenablement orientée, et fournissent alors des franges visibles à toute distance (miroirs de Fresnel); les autres peuvent permettre l'emploi d'une source étendue, et produisent des franges localisées (anneaux de Newton).

» En réalité, tous ces appareils jouissent des mêmes propriétés générales, et leurs différences apparentes tiennent uniquement aux conditions exceptionnelles de leur emploi habituel.

» Principe [1]. — Supposons, pour simplifier l'exposition, que l'on observe les franges au moyen d'un microscope susceptible de se déplacer de telle sorte que son axe optique reste fixe dans l'espace. Soit M le point de cet axe dont l'image, à travers l'objectif, coïncide avec la croisée des fils du réticule. On démontre qu'à chaque point particulier S de la source correspondent deux rayons seulement qui se croisent en M, après avoir parcouru, en traversant l'appareil interférentiel, des chemins optiquement voisins. La condition pour que les franges présentent au voisinage de la croisée des fils une netteté parfaite est que, pour tous les couples de rayons qui se croisent en M et qui proviennent des différents points de la source, la différence de marche qu'ils présentent en leur point de croisement soit la même.

» L'application de ce principe se trouve simplifiée par l'établissement du théorème suivant :

» Théorème. — *Étant donnés un point* S *d'une source et un point* M *de l'espace, auxquels correspond une certaine différence de marche, il existe deux droites conjuguées,* SS_1, MM_1, *sur lesquelles on peut déplacer les points* S *et* M *sans altérer cette différence de marche.*

» Nous nous appuyons sur la remarque suivante : Si l'on considère l'un quelconque des appareils interférentiels connus, il est toujours tel qu'une onde issue d'un point lumineux se dédouble en le rencontrant, de manière à donner naissance à deux ondes qui, considérées au bout du même temps, diffèrent très peu de forme et de position.

» Nous considérons les courbes intersections des deux ondes issues de S, passant par M, par le plan de leurs normales; elles se coupent suivant un angle très petit, et si la différence de marche en M est petite par rapport à leurs rayons de courbure, ces derniers sont peu différents. Si l'on envisage les intersections des mêmes ondes par ce même plan au bout d'un temps fini quelconque, on trouve que leur point de rencontre M_1 se trouve sur la bissectrice de l'angle des normales en M. La différence de marche étant la même en M_1 et en M, on voit que, S restant fixe, on peut déplacer M sur cette bissectrice MM_1, sans altérer cette différence de marche.

---

[1] Ce principe a été déjà appliqué par nous aux franges des lames minces (*Comptes rendus*, t. CIX, p. 893) et à celles des miroirs de Fresnel (*Ibid.*, t. CX, p. 455). On en trouve un exposé plus complet dans le *Journal de Physique* (mars 1890). La théorie qui suit est une généralisation de celle que l'un de nous a eu l'honneur de présenter à l'Académie (*Comptes rendus*, t. CIX, p. 137).

» Le principe du retour inverse des rayons montre immédiatement que, le point M restant fixe, on peut, sans altérer la différence de marche, déplacer S sur la bissectrice SS_1 des rayons qui, partant de S, aboutissent en M.

» On se trouve avoir établi en même temps que les couples de rayons issus de S et qui vont se croiser en un point quelconque de MM_1 ont toujours, en leur point de croisement, cette même droite comme bissectrice. Nous démontrons que ces couples de rayons ont également, à leur point de départ S, toujours même bissectrice SS_1. On peut donc déplacer simultanément, et d'une manière quelconque, S sur SS_1 et M sur MM_1, sans changer la différence de marche.

» Conséquence. — *La différence de marche que présentent les deux mouvements vibratoires issus d'un même point* S *de la source, en leur point de croisement* M, est entièrement définie si l'on se donne la position dans l'espace de la droite correspondante MM_1. *Elle est fonction seulement des quatre variables qui définissent une droite dans l'espace.*

» Équation de condition. — Prenons trois axes de coordonnées rectangulaires, l'axe des z se confondant avec l'axe optique du microscope, l'origine étant d'ailleurs quelconque. Soient

$$x = az + p, \qquad y = bz + q$$

les équations d'une droite quelconque, *voisine de l'axe optique,* passant par M. Soit δ la différence de marche correspondante. En remarquant que a, b, p, q sont très petits ([1]), on peut écrire

$$\delta = \delta_0 + Aa + Bb + Pp + Qq,$$

δ_0, A, B, P, Q étant des constantes dont la signification est évidente.

» Les droites considérées étant d'ailleurs assujetties à passer par le point fixe M, que nous définirons par sa distance D à l'origine, on a

$$0 = aD + p = bD + q,$$

et par suite

$$\delta = \delta_0 + \left(P - \frac{A}{D}\right)p + \left(Q - \frac{B}{D}\right)q.$$

([1]) Leur valeur commune est en effet 0, lorsque MM_1 se confond avec l'axe optique Oz.

» La condition de netteté des franges ($\delta = \delta_0$) prend dès lors la forme

$$\left(P - \frac{A}{D}\right)p + \left(Q - \frac{B}{D}\right)q = 0.$$

» Première conséquence. — *Si la source éclairante est étendue dans tous les sens, il sera, en général, impossible d'obtenir des franges parfaitement nettes*, car il faudrait pouvoir déterminer une valeur de D qui annulât simultanément les coefficients des deux variables indépendantes p et q.

» Seconde conséquence. — *Il est en général nécessaire, pour obtenir des franges nettes, d'assujettir les directions utiles* MM_1 *à être toutes contenues dans un même plan, ce que l'on obtiendra en interposant une fente, soit avant, soit après l'appareil interférentiel.*

» L'équation de condition peut en effet s'écrire

$$\frac{q}{p} = -\frac{A - PD}{B - QD} = \operatorname{tang} \varphi,$$

et montre que les droites MM_1 doivent être toutes contenues dans un même plan faisant, avec le plan des xOz, l'angle φ donné par l'équation précédente.

» *Si l'on se donne le point visé, il sera toujours possible de faire apparaître les franges par une orientation convenable de la fente.*

» Réciproquement, *si l'on se donne la position et l'orientation de cette dernière, il sera toujours possible de faire apparaître les franges par un déplacement convenable du microscope.*

» Nous nous proposons, dans une prochaine Communication, de mettre en évidence les principales conséquences de cette théorie générale, et de décrire les expériences qui ont permis de les vérifier. »

ÉLECTRICITÉ. — *Courants photo-électriques entre les deux plateaux d'un condensateur.* Note de M. **Édouard Branly.**

« En donnant une nouvelle forme à l'expérience de M. Hallwachs, M. Stoletow a fait voir que, si l'on éclaire par les radiations de l'arc voltaïque la plaque négative d'un condensateur à air, la déperdition produit entre les deux plaques un courant mesurable avec un galvanomètre sensible. Cette seconde disposition expérimentale m'a permis, comme la première, de reconnaître que la déperdition positive, c'est-à-dire la déperdi-

tion sur un plateau électrisé positivement, peut être comparable à la déperdition négative; j'ai pu aussi commencer à préciser quelques-unes des conditions dans lesquelles ont lieu les deux courants de déperdition.

» Les résultats qui suivent se rapportent à un condensateur à plateaux de cuivre; un disque de cuivre plein, de 68^{mm} de diamètre, et un disque de cuivre de même diamètre, percé de trous, ou une toile métallique, sont placés en face l'un de l'autre. Les deux plateaux sont écartés à une distance connue, le plus ordinairement $0^{mm},6$ ou 1^{mm}. On illumine le disque plein, à travers les trous du disque percé, par les décharges d'une batterie reliée aux extrémités du fil induit d'une bobine de Ruhmkorff [dispositif décrit dans une précédente Communication (1)]. L'intervalle des pointes en aluminium de l'excitateur a varié entre 2^{mm} et 3^{mm}.

» On forme un circuit comprenant une pile, les deux plateaux du condensateur chargés par les pôles de la pile et un galvanomètre (2). La couche d'air comprise entre les deux armatures du condensateur oppose d'abord une résistance absolue au passage du courant; mais si l'on vient à l'éclairer par les décharges de la batterie, l'aiguille du galvanomètre est déviée. La résistance de la couche d'air est alors mesurable : dans une expérience où l'écart des deux disques de cuivre était de 1^{mm} et la distance du disque plein à l'étincellé de 10^{mm}, avec une charge due à un élément de pile, le calcul approché de la résistance de la couche d'air, connaissant la résistance du galvanomètre et sa sensibilité, a donné 940 millions d'ohms.

» Supposons le condensateur d'abord placé à une petite distance de la source lumineuse, le disque plein à 10^{mm} environ de l'étincelle.

» L'intervalle des deux plateaux est traversé par un courant, quel que soit le signe de l'électricité du disque illuminé. Chacun des deux courants croît avec le nombre des éléments, mais plus lentement que la force électromotrice de la pile. Avec un nombre d'éléments variant de 1 à 50 (force électromotrice d'un élément $1^{volt},4$), le courant est plus fort si le disque éclairé est négatif; quand le nombre des éléments diminue, l'intensité diminue plus rapidement pour le courant négatif ou courant du disque éclairé électrisé négativement, et les deux courants, observés successive-

(1) *Comptes rendus* du 8 avril dernier.

(2) Galvanomètre de grande résistance que j'ai fait construire par M. Gendron. Il est formé de quatre bobines en cuivre, assemblées comme dans le galvanomètre Thomson, et d'un système astatique à aiguilles en forme de fer à cheval.

ment après inversion des pôles, tendent à devenir égaux. J'avais sensiblement l'égalité avec un seul élément.

» Des mesures faites avec une source lumineuse maintenue constante ont donné pour les deux courants des intensités peu différentes, avec un disque éclairé, fraîchement poli ou oxydé, que la couche de sous-oxyde de cuivre fût légère ou bien marquée, d'un rouge violacé foncé.

» Les deux courants s'affaiblissent quand la distance du condensateur à la source lumineuse augmente, et alors la différence entre les deux courants s'accentue, le courant positif s'affaiblissant davantage. Le disque éclairé étant distant de l'étincelle de 16^{mm}, la différence des deux courants est nette même avec une charge par un seul élément. A 35^{mm} de la source, le courant positif devient extrêmement faible. Si, à la distance primitive de 10^{mm}, on interpose entre l'étincelle et le disque percé une lame de quartz de 1^{mm} d'épaisseur, les deux courants sont considérablement affaiblis, mais le positif l'est incomparablement plus que l'autre. Cet amoindrissement spécial du courant positif par l'accroissement de la couche d'air traversée ou par l'interposition d'une plaque de quartz conduit à admettre que les radiations efficaces sur la déperdition positive sont absorbées par l'air ou par le quartz en proportion beaucoup plus grande que les radiations efficaces sur la déperdition négative, et doivent être plus réfrangibles.

» J'insisterai sur les particularités des deux courants lorsque le disque éclairé est recouvert d'une mince couche isolante, par exemple de vernis à la gomme laque. Entre un disque de cuivre verni et une toile métallique, le courant passe dans les deux sens. Au moment de la fermeture du circuit, pendant l'éclairement, on a au début une forte impulsion de l'aiguille du galvanomètre, comparable à l'impulsion obtenue avec un disque non verni, puis il y a diminution graduelle de l'intensité jusqu'à une certaine limite, bien inférieure à la valeur initiale et qui est lentement atteinte. Après avoir laissé passer le courant pendant un temps suffisant pour obtenir la valeur limite, sans que le galvanomètre fasse partie du circuit, on interrompt la communication avec la pile et l'on relie les deux armatures du condensateur aux deux bornes du galvanomètre sans cesser d'éclairer; on observe alors une impulsion contraire à la première, et, cette fois, le courant décroît d'abord rapidement, puis lentement jusqu'à zéro. Ce sont des apparences semblables à celles des phénomènes de polarisation hydro-électriques. Si l'on cesse l'éclairement du condensateur pendant que l'aiguille du galvanomètre est en marche vers sa position d'équilibre au repos, pendant le décroissement du courant de polarisation, la dépo-

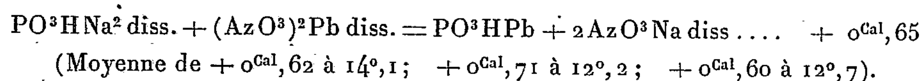
larisation est interrompue, et, quand on éclaire de nouveau quelques instants après, on retrouve le courant de polarisation avec la valeur qu'il avait quand on a suspendu l'éclairement. Il est aisé de répéter ici, en donnant aux deux charges opposées et successives des durées convenablement proportionnées, l'expérience de Gaugain sur la superposition de deux polarisations contraires. Le galvanomètre accuse une déviation dans un sens qui s'annule et passe ensuite au sens contraire, pour s'annuler après quelque temps d'éclairement.

» En chargeant positivement le disque verni et en l'éclairant, puis en le déchargeant dans le galvanomètre sans cesser d'éclairer, on peut mesurer la polarisation de l'électrode positive du voltamètre photo-électrique; en le chargeant ensuite négativement, après l'avoir dépolarisé par la lumière, on observera le courant de polarisation de l'électrode négative. Les deux courants de polarisation croissent avec le nombre des éléments du courant principal, mais ils n'ont pas la même intensité. Dans les conditions où j'ai opéré, le courant de polarisation de l'électrode négative est plus fort que le courant de polarisation de l'électrode positive, spécialement lorsque la force électromotrice de la pile de charge est petite. En chargeant le condensateur avec un seul élément, la polarisation de l'électrode négative annulait sensiblement le courant négatif.

» J'ajoute, pour préciser la nature de ces courants de polarisation, que le galvanomètre ne donne de déviation appréciable que si la charge et la décharge du condensateur ont lieu toutes deux pendant l'illumination du disque verni. »

CHIMIE. — *Sur les phosphites et le pyrophosphite de plomb.* Note de M. L. **Amat** (1), présentée par M. Troost.

« *Phosphite neutre de plomb.* — Le phosphite neutre de plomb est assez peu soluble dans l'eau pour qu'on puisse déterminer sa chaleur de formation par double décomposition entre le phosphite neutre de soude et l'azotate de plomb. J'ai obtenu ainsi :



PO^3HNa^2 diss. + $(AzO^3)^2Pb$ diss. = PO^3HPb + $2AzO^3Na$ diss .... $+ 0^{Cal},65$

(Moyenne de $+0^{Cal},62$ à $14^{\circ},1$; $+0^{Cal},71$ à $12^{\circ},2$; $+0^{Cal},60$ à $12^{\circ},7$).

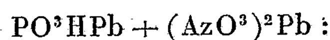
» *Nitrophosphite de plomb.* — Si l'on remplace, dans cette réaction, le

(1) Ce travail a été fait au laboratoire de Chimie de l'École Normale supérieure.

phosphite neutre de soude par le phosphite acide, la double décomposition fournit, non du phosphite acide de plomb, mais du phosphite neutre; la liqueur devient fortement acide et la précipitation du plomb est incomplète. Si l'on opère, à froid, en présence d'un excès d'azotate de plomb, ce sel se combine au phosphite neutre pour donner un précipité cristallin, que l'on peut appeler le *nitrophosphite de plomb*.

» Pour obtenir cette combinaison en beaux cristaux, on redissout à chaud le sel double ainsi obtenu, ou, ce qui revient au même, un mélange formé de poids égaux de phosphite neutre et d'azotate de plomb, dans de l'acide azotique étendu (10 parties d'acide environ pour 100 d'eau); par refroidissement, le nitrophosphite de plomb cristallise.

» Ces cristaux sont inaltérables à l'air; chauffés à 100°-110°, ils ne changent pas de poids; ils correspondent à la formule



$$PO^3HPb + (AzO^3)^2Pb :$$

	Trouvé pour 100.	Calculé pour 100.
Ph........................	71,71	72,17
Pb........................	5,29	5,01

» Si l'on oxyde ce sel par l'acide azotique concentré, si l'on évapore à sec et si l'on calcine le résidu, on obtient un mélange de phosphate de plomb et de litharge. La perte de poids observée dans ces conditions a été de : 16,60 pour 100; 16,34 pour 100; moyenne 16,47; calculé, 16,34.

» Par l'action de la chaleur, le nitrophosphite de plomb se décompose avec explosion, en donnant d'abondantes vapeurs rutilantes et en laissant un résidu blanc; cette réaction distingue immédiatement ce sel du phosphite de plomb, qui, dans les mêmes conditions, donne de l'hydrogène phosphoré et laisse un résidu noir.

» Les cristaux transparents de nitrophosphite de plomb deviennent opaques au contact de l'eau, par suite d'un dédoublement en phosphite de plomb insoluble et azotate de plomb dissous; cette réaction est surtout rapide et complète à l'ébullition. J'ai obtenu ainsi 52,8 pour 100 d'azotate de plomb; calculé, 53,6.

» Le nitrophosphite de plomb prend encore naissance, soit par refroidissement d'une dissolution de phosphite de plomb dans l'acide azotique étendu, soit en agitant du phosphite de plomb solide avec le même acide. D'une manière générale, ce corps pourra se former toutes les fois que le phosphite de plomb se trouvera en présence d'acide nitrique libre.

» *Phosphite acide de plomb.* — J'ai obtenu une combinaison nouvelle d'acide phosphoreux et de plomb en dissolvant à chaud du phosphite neutre de plomb dans une solution très concentrée d'acide phosphoreux. Par refroidissement, il se forme de beaux cristaux transparents que l'on dessèche sur une plaque de porcelaine poreuse; on les lave ensuite à l'éther anhydre, qui dissout l'excès d'acide phosphoreux.

» Ce sel, desséché dans le vide ou mieux à 100°, correspond à la formule $Ph^2O^6H^4Pb$; c'est donc le phosphite acide de plomb :

	Trouvé.	Calculé.
PbO	60,50	60,43
Ph............	16,83	16,80
H^2O............	10,0	9,8

» Traités par l'eau, ces cristaux deviennent immédiatement opaques; ils se décomposent, en effet, en phosphite neutre et acide phosphoreux qui retient en dissolution une partie du plomb. Cette réaction permet de comprendre pourquoi l'on obtient toujours le même précipité de phosphite neutre de plomb par double décomposition entre un sel de plomb et un phosphite neutre, un phosphite acide ou même de l'acide phosphoreux.

» *Pyrophosphite de plomb.* — Le phosphite acide de plomb, chauffé dans le vide sec, vers 140°, perd 1 molécule d'eau et se transforme en pyrophosphite de plomb, $P^2O^5H^2Pb$; il contient 5,16 pour 100 d'eau; calculé, 5,13.

» Mise en présence de l'eau, la matière ainsi obtenue ne se dissout pas: elle s'hydrate peu à peu pour donner les produits de décomposition du phosphite acide de plomb, c'est-à-dire de l'acide phosphoreux et du phosphite neutre de plomb insoluble.

» Lorsqu'on fait réagir, à froid, une dissolution de nitrate de plomb sur une dissolution de pyrophosphite de soude, il ne se produit pas d'abord de précipité; mais, peu à peu, un dépôt cristallin se forme, et la liqueur devient acide. Le corps qui s'est formé n'est pas du pyrophosphite de soude, mais du nitrophosphite de plomb. Le pyrophosphite de soude, en effet, s'hydratera peu à peu en présence de l'eau et se transformera en phosphite acide [1]. Ce dernier corps donnera, avec l'azotate de plomb, d'après ce qu'on a vu plus haut, du nitrophosphite de plomb, et la liqueur

---

[1] *Comptes rendus,* t. CVIII, p. 1056.

deviendra acide. L'acidité de la liqueur accélérera considérablement l'hydratation du phosphite acide de soude et, par suite, la formation du nitrophosphite. Il en résulte que, si l'on opère en dissolution concentrée, c'est-à-dire dans des conditions où la transformation en phosphite acide est rapide, la précipitation du nitrophosphite de plomb commencera presque immédiatement. Au contraire, si l'on opère en dissolution très étendue, l'hydratation du pyrophosphite étant très lente, il ne se produira pas de précipité, ou plutôt, le précipité ne commencera à se former qu'au bout de plusieurs heures, quelquefois même de plusieurs jours. Mais si, dans ce dernier cas, on porte le liquide à l'ébullition, la formation du pyrophosphite ayant alors lieu rapidement, il se formera aussitôt, à chaud, un précipité de phosphite neutre de plomb qui, par refroidissement en présence de la liqueur acide, se transformera plus ou moins complètement en nitrophosphite.

» Grâce à l'insolubilité presque complète du phosphite neutre de plomb, la réaction précédente, qui est très sensible, pourra servir à distinguer les phosphites des pyrophosphites.

» Les phosphites donnent *immédiatement*, à froid, un précipité avec le nitrate de plomb; avec les pyrophosphites, en dissolution très étendue, on n'obtient rien à froid; mais, à l'ébullition, il se forme un précipité. Si le pyrophosphite est mélangé avec un phosphite, ce qui est le cas le plus ordinaire, on séparera le précipité formé d'abord à froid, puis on portera à l'ébullition le liquide filtré; s'il se forme un précipité, c'est que la liqueur contenait un pyrophosphite. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action de l'érythrite sur les alcoolates alcalins.* Note de M. DE FORCRAND.

« I. J'ai montré précédemment que l'érythrate monosodique pouvait être préparé par l'action de l'érythrite sur le méthylate de soude, en prenant comme dissolvant commun l'alcool méthylique pur et anhydre.

» Cependant la masse cristalline que l'on isole immédiatement n'est pas l'érythrate $C^8H^9NaO^8$; pour l'obtenir, on doit chauffer ce produit à 115° pendant deux heures, dans un courant d'hydrogène sec. Il perd alors 18,01 pour 100 d'alcool méthylique, et sa composition devient $C^8H^9NaO^8$.

» La substance intermédiaire a pour composition $C^8H^9NaO^8$, $C^2H^4O^2$ ou bien $C^2H^3NaO^2$, $C^8H^{10}O^8$, d'après analyse.

» J'ai constaté des faits analogues en traitant l'érythrite par l'éthylate de soude et prenant comme dissolvant commun l'alcool éthylique.

» En présence de 7 ou 8 équivalents d'alcool éthylique, le produit a l'une des deux formules $C^8H^9NaO^8, C^4H^6O^2$ ou $C^4H^5NaO^2, C^8H^{10}O^8$, d'après analyse.

» Si l'on fait la même réaction en présence d'un grand excès d'alcool (40 à 50 équivalents), on obtient un corps dont la composition est



$$C^8H^9NaO^8, 3C^4H^6O^2 \quad \text{ou} \quad C^4H^5NaO^2, 2C^4H^6O^2, C^8H^{10}O^8.$$

» II. Les résultats de ces analyses correspondent à deux formules pour chacun de ces corps, que l'on peut considérer soit comme des érythrates alcooliques, soit comme des alcoolates érythriques.

» Or le premier seulement des trois corps obtenus avec l'érythrite ($C^8H^9NaO^2, C^2H^4O^2$) perd l'alcool monoatomique à 140°, les deux autres ont pu être chauffés pendant quatre et cinq heures jusqu'à 150° sans altération.

» Il en résulte qu'on devrait admettre les trois formules suivantes :

(A) $C^8H^9NaO^8, C^2H^4O^2$,

(B) $C^4H^5NaO^2, C^8H^{10}O^8$,

(C) $C^4H^5NaO^2, C^8H^{10}O^8, 2C^4H^6O^2$.

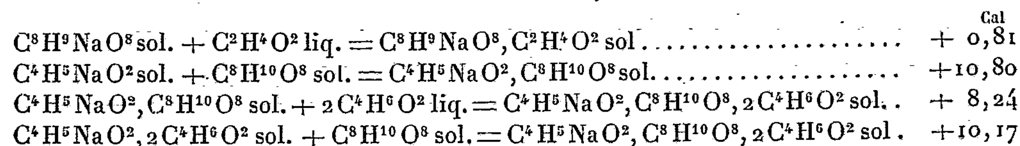
» Le dernier de ces produits pourrait être considéré comme l'éthylate triéthylique $C^4H^5NaO^2, 3C^4H^6O^2$, dans lequel une molécule de $C^4H^6O^2$ aurait été remplacée par une molécule d'érythrite. Cependant on ne s'explique pas que l'action de la chaleur n'enlève pas à cet alcoolate les deux molécules d'alcool éthylique qu'il retient, en formant le corps (B).

» III. J'ai cherché à élucider plus complètement ces questions en faisant l'étude thermique de ces trois substances.

» Leur chaleur de dissolution à + 13° est : $+0^{Cal},89$, $-1^{Cal},94$, $-5^{Cal},10$; dans 6^{lit} d'eau pour les deux premiers et 10^{lit} pour le troisième.

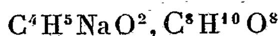
» L'action de $C^2H^4O^2$ (1 équivalent $= 2^{lit}$) sur $C^8H^9NaO^8$ (1 équivalent $= 4^{lit}$) donne $-0,09$; celle de $C^8H^{10}O^8$ (1 équivalent $= 2^{lit}$) sur $C^4H^5NaO^2$ (1 équivalent $= 4^{lit}$) donne $+0,59$; celle de $2C^4H^6O^2$ (1 équivalent $= 2^{lit}$) sur $C^4H^5NaO^2, C^8H^{10}O^8$ (1 équivalent $= 6^{lit}$) est négligeable.

» On en déduit :



	Cal
$C^8H^9NaO^8$ sol. + $C^2H^4O^2$ liq. = $C^8H^9NaO^8, C^2H^4O^2$ sol	+ 0,81
$C^4H^5NaO^2$ sol. + $C^8H^{10}O^8$ sol. = $C^4H^5NaO^2, C^8H^{10}O^8$ sol.	+10,80
$C^4H^5NaO^2, C^8H^{10}O^8$ sol. + $2C^4H^6O^2$ liq. = $C^4H^5NaO^2, C^8H^{10}O^8, 2C^4H^6O^2$ sol. .	+ 8,24
$C^4H^5NaO^2, 2C^4H^6O^2$ sol. + $C^8H^{10}O^8$ sol. = $C^4H^5NaO^2, C^8H^{10}O^8, 2C^4H^6O^2$ sol.	+10,17

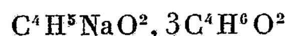
» IV. Le premier de ces résultats a une grande importance. Il montre que la fixation de $C^2H^4O^2$ sur $C^8H^9NaO^8$ est exothermique, et par conséquent possible, mais que ce dégagement de chaleur est très faible ($+0^{Cal},81$), ce qui explique l'élimination complète de $C^2H^4O^2$ à 115°. En outre, si l'on compare entre eux les dégagements de chaleur produits par la fixation de $C^2H^4O^2$ et de $C^4H^6O^2$ sur d'autres alcoolates analogues, tels que $C^4H^5NaO^4$, $C^6H^7NaO^6$, $C^6H^7KO^6$, on trouve qu'ils sont de 6,14, 5,04 et 3,65 pour $C^2H^4O^2$ et de 5,01, 4,58 et 2,69 pour $C^4H^6O^2$; pour le même alcoolate, le dégagement de chaleur est donc plus faible de 1^{Cal} environ pour $C^4H^6O^2$. Or, le nombre + 0,81 diminué de 1^{Cal} deviendrait négatif. Ceci nous explique pourquoi le composé $C^8H^9NaO^8, C^4H^6O^2$ ne se produit pas et ne peut pas prendre naissance, et pourquoi l'érythrate $C^8H^9NaO^8$ ne peut être préparé en prenant pour dissolvant l'alcool éthylique. Il en résulte aussi que la véritable formule du composé (B) est bien



$$C^4H^5NaO^2, C^8H^{10}O^8$$

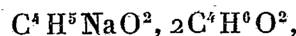
et non pas celle de son isomère $C^8H^9NaO^8, C^4H^6O^2$, et qu'il est impossible de lui enlever de l'alcool par l'action de la chaleur.

» On voit, au contraire, que la fixation de $C^8H^{10}O^8$ sur $C^4H^5NaO^2$ dégage $+10^{Cal},80$. C'est le nombre le plus élevé parmi ceux que j'ai obtenus pour ces réactions. Enfin, la fixation de $C^8H^{10}O^8$ sur $C^4H^5NaO^2, 2C^4H^6O^2$ dégage $+10^{Cal},17$, et la substitution de $C^8H^{10}O^8$ à $C^4H^6O^2$ dans



$$C^4H^5NaO^2, 3C^4H^6O^2$$

donne +10,17 − 0,58 ou $+9^{Cal},50$. Ces résultats montrent que l'érythrite a une grande tendance à s'unir, soit à $C^4H^5NaO^2$, soit à



$$C^4H^5NaO^2, 2C^4H^6O^2,$$

et à se substituer à une molécule de $C^4H^6O^2$ dans $C^4H^5NaO^2, 3C^4H^6O^2$, tandis que l'érythrate $C^8H^9NaO^8$ n'a aucune affinité pour $C^4H^6O^2$. Les

réactions doivent donc avoir lieu de préférence dans le sens de la production des alcoolates érythriques, lorsqu'on emploie comme dissolvant l'alcool éthylique; elles ne conduisent point à la formation d'un érythrate. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action de l'oxyde de plomb sur le toluène; production de benzine*. Note de M. C. VINCENT, présentée par M. Friedel.

« MM. Behr et Van Dorp ont montré, et Lorenz a confirmé (*Deutsche chemische Gesellschaft*, t. VII, p. 1096; 1874) qu'on obtient du stilbène, en faisant tomber goutte à goutte du toluène sur de l'oxyde de plomb chauffé au rouge sombre.

» Le produit brut étant distillé, afin de séparer le toluène inattaqué, on fait cristalliser le stilbène dans l'alcool.

» Les eaux mères alcooliques renfermaient du diphényle, du phénanthrène, de l'anthracène et un hydrocarbure liquide.

» J'ai repris cette étude de l'action de l'oxyde de plomb sur le toluène, dans des conditions déterminées, et j'ai opéré avec du toluène pur, exempt de benzine.

» L'appareil dont je me suis servi est formé d'un long tube en fer, rempli de litharge en paillettes, disposé dans un fourneau long chauffé par le gaz, et muni d'un régulateur de pression. A l'une des extrémités du tube se trouve une boule en verre à robinet, renfermant le toluène qu'on fait couler goutte à goutte dans un tube à entonnoir, fixé au tube métallique. A l'autre extrémité est une allonge reliée à un récipient, à la suite duquel se trouve un flacon laveur renfermant de l'eau de baryte.

» Si l'on fait tomber goutte à goutte le toluène, la litharge étant à une température un peu inférieure à celle de la fusion du plomb (335°), il se dégage de l'acide carbonique qui est absorbé par l'eau de baryte; en même temps, de l'eau et une couche huileuse se rassemblent dans le récipient.

» Au bout d'une dizaine d'heures environ, la litharge du tube est entièrement réduite, et le plomb a conservé la forme des paillettes de litharge.

» Le liquide huileux recueilli étant soumis à des distillations méthodiques, on sépare du toluène non attaqué une forte proportion de benzine (10 pour 100 environ), tandis qu'on n'obtient que très peu de stilbène mélangé aux produits élevés.

» Dans ces conditions de température, le méthyle de la chaîne latérale

du toluène est donc purement et simplement attaqué par l'oxygène de l'oxyde de plomb, avec formation d'eau et acide carbonique, et l'on revient ainsi à la benzine.

» La réaction principale, dans ce cas, est représentée par l'équation

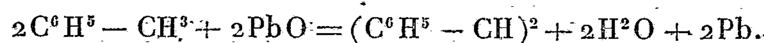


$$C^6H^5,CH^3 + 3PbO = 3Pb + C^6H^6 + CO^2 + H^2O.$$

» J'ai préparé ainsi plus de 200gr de benzine parfaitement pure. Si l'on opère à une température assez élevée pour qu'il y ait un commencement de fusion du plomb dans le tube, les résultats sont tout différents.

» La proportion de benzine formée est beaucoup moindre, et le stilbène, mélangé à des produits huileux, constitue la partie principale des carbures obtenus.

» La réaction principale plus complexe est alors représentée par



$$2C^6H^5 - CH^3 + 2PbO = (C^6H^5 - CH)^2 + 2H^2O + 2Pb.$$

» Enfin, en opérant au rouge naissant, on obtient, mélangés aux produits précédents et au toluène non attaqué, les produits pyrogénés de la benzine et du toluène, en quantité notable; c'est-à-dire le diphényle, le phénanthrène, l'anthracène, etc., signalés par Lorenz en même temps que le stilbène.

» En résumé j'ai établi :

» 1° Que l'oxyde de plomb attaque le toluène à une température inférieure à 335°, en donnant de l'eau, de l'acide carbonique et de la benzine;

» 2° Que, si l'on opère à une température plus élevée, on obtient moins de benzine, plus de stilbène et des carbures élevés;

» 3° Qu'au rouge, on obtient, avec les produits précédents, les carbures qui prennent naissance par simple décomposition pyrogénée de la benzine, du toluène et du mélange de ces deux carbures;

» 4° Enfin, que le diphényle, qui prend naissance en petite quantité dans cette opération, ne provient pas de la benzine contenue primitivement dans le toluène employé, mais bien de la benzine formée par l'action même de l'oxyde de plomb sur le toluène. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Recherches thermochimiques sur les fibres textiles (laine et coton).* Note de M. **Léo Vignon**.

« J'ai montré que l'étude thermochimique de la soie ([1]) était capable de fournir d'intéressants résultats pour la détermination des fonctions chimiques de ce textile. Comme complément de ces recherches, j'ai l'honneur de présenter aujourd'hui à l'Académie les faits constatés en appliquant la même méthode à l'étude de la laine et du coton.

» Les essais ont porté sur divers échantillons de ces deux textiles, en bourre ou en fils, dont on a déterminé le poids absolu. Chaque échantillon a été abandonné ensuite à l'air libre, dans un laboratoire spécial, pour qu'il récupérât sa proportion normale d'humidité et se mît en équilibre de température avec le calorimètre. Puis on a immergé chacun d'eux dans une dissolution déterminée, placée dans le calorimètre, en notant les phénomènes thermiques.

» *Laine.* — J'ai déterminé successivement les phénomènes thermiques produits par le contact de la laine en fils et de la laine en bourre avec des solutions aqueuses normales de potasse, de soude, d'acide chlorhydrique et d'acide sulfurique.

» Les poids absolus des échantillons de laine étaient compris entre 10^{gr} et 12^{gr}, tandis que le volume des réactifs employés égalait 500^{cc}.

» Dans tous les cas, on a observé des dégagements de chaleur très nets, qui cessent après cinq minutes environ.

» Les résultats ont été rapportés à 100^{gr} de laine supposée sèche, on les a calculés également pour la formule $C^{88}H^{149}N^{27}O^{27}S^{3} = 2111$.

» Quantités de chaleur dégagées en calories, vers 11°-12°, par le contact de la laine avec différents réactifs :

Réactifs.	Laine filée, non blanchie, titre 40-60		Laine peignée, non blanchie	
	pour 100^{gr}.	pour $C^{88}H^{149}N^{27}O^{27}S^{3}$ en grammes.	pour 100^{gr}.	pour $C^{88}H^{149}N^{27}O^{27}S^{3}$ en grammes.
KOH normal ($KOH = 1^{lit}$).....	1,16	24,50	1,37	28,90
NaOH » ($NaOH = 1^{lit}$)....	1,15	24,30	1,10	23,20
HCl » ($HCl = 1^{lit}$)......	0,95	20,05	1,00	21,10
SO^4H^2 » ($\frac{1}{2}SO^4H^2 = 1^{lit}$)...	0,99	20,90	1,05	22,20

([1]) *Comptes rendus,* 10 février 1890.

» La concordance de ces chiffres dans la limite ordinaire d'approximation des expériences thermochimiques, et pour des expériences aussi délicates, est très frappante.

» *Coton*. — On a expérimenté sur du coton filé non blanchi et du coton en bourre blanchi. Les poids absolus étaient compris entre 9^{gr} et 13^{gr}. Chaque échantillon a été immergé dans 500^{cc} d'une solution déterminée. L'imbibition du coton est plus lente que celle de la laine; néanmoins, en ayant soin d'agiter les échantillons de coton au sein des solutions placées dans le calorimètre, les dégagements de chaleur que l'on observe cessent au bout de sept à huit minutes.

» Voici les résultats en calories, vers 11°-12°, calculés pour le coton supposé sec :

	Coton en fil, non blanchi		Coton en bourre, blanchi	
Réactifs.	pour 100^{gr}.	pour $C^6H^{10}O^5$ en grammes.	pour 100^{gr}.	pour $C^6H^{10}O^5$ en grammes.
KOH normal ($KOH = 1^{lit}$).....	0,80	1,30	1,40	2,27
NaOH » ($NaOH = 1^{lit}$).....	0,65	1,05	1,35	2,20
HCl » ($HCl = 1^{lit}$)......	0,40	0,65	0,40	0,65
SO^4H^2 » ($\frac{1}{2}SO^4H^2 = 1^{lit}$)...	0,38	0,60	0,36	0,58

» Le coton blanchi dégage plus de chaleur avec les alcalis que le coton non blanchi. Il est probable que ce fait doit être attribué à la formation d'oxycellulose pendant les opérations du blanchiment.

» Dans une prochaine Communication, j'examinerai comment ces faits, complétés par d'autres expériences, peuvent être appliqués à l'étude des phénomènes de la teinture. »

ÉCONOMIE RURALE. — *Expériences relatives aux pertes et aux gains d'azote éprouvés par une terre nue ou cultivée*. Note de M. **A. Pagnoul**, présentée par M. P.-P. Dehérain.

« Ces expériences, entreprises en mars 1888, ont été arrêtées en mars 1890. Elles ont été faites dans six vases en grès imperméable, construits de manière à pouvoir recueillir l'eau écoulée tout en aérant la terre, comme elle l'est dans le drainage. La hauteur de ces vases était de $0^m,34$, ils contenaient 22^{kg} de terre présentant une surface de $7^{dmq},54$. Deux échantillons de terre prélevés avant l'introduction dans les vases ont donné tous deux, pour 100^{gr} de terre sèche, 0,102 d'azote. Il a été en outre

introduit dans chaque vase 5gr de sang desséché contenant 0gr,540 d'azote, et enfin 1gr d'azote à l'état de sulfate d'ammoniaque. La richesse de la terre de chacun des vases en azote, préexistant ou introduit, était donc :

	gr
Pour les 22kg de terre	22,440
Pour le sang desséché	0,540
A l'état de sulfate d'ammoniaque	1,000
Total	23,980

» Les expériences ont été faites en double, c'est-à-dire avec deux séries de trois vases que nous représenterons par A, B, C, *a*, *b*, *c*. La terre dans A et dans *a* est restée nue; aucune végétation n'y a été laissée. B et *b* ont été semés en gazon en mars de chaque année et C et *c* ont reçu du trèfle aux mêmes époques.

» Les récoltes séchées, pesées et analysées ont donné :

	En 1888.			En 1889.		
	Poids.	Azote pour 100.	Azote total.	Poids.	Azote pour 100.	Azote total.
	gr			gr		
B	41,0	3,08	1,263	10,7	2,13	0,227
b	42,0	3,08	1,294	7,7	2,10	0,162
C	74,5	3,92	2,990	36,3	3,71	1,346
c	72,5	3,92	2,843	37,5	3,47	1,301

» Les eaux recueillies, mesurées et analysées, ont donné pour chaque vase :

	A.	*a*.	B.	*b*.	C.	*c*.
	gr	gr	gr	gr	gr	gr
Azote ammoniacal	0,025	0,017	0,024	0,020	0,021	0,016
Azote nitrique	0,942	0,762	0,047	0,068	0,191	0,168

» Enfin, en mars 1890, un échantillon de terre a été prélevé dans chaque vase, en enfonçant un cylindre dans toute la profondeur et l'on en a dosé l'azote. En ajoutant à l'azote ainsi obtenu celui qui avait été enlevé par les récoltes et par l'eau, on obtient :

	A.	*a*.	B.	*b*.	C.	*c*.
	gr	gr	gr	gr	gr	gr
Azote restant	24,640	23,760	26,180	27,720	29,260	32,340
Azote enlevé par les récoltes	»	»	1,490	1,456	4,266	4,144
Azote entraîné par l'eau	0,967	0,779	0,071	0,088	0,212	0,184
Totaux	25,607	24,539	27,741	29,264	33,738	36,668

» En retranchant de ces nombres le poids d'azote primitif qui s'élevait à $23^{gr},980$, on a pour l'azote qui a dû être pris à l'air dans le cours de ces deux années :

1,607   0,559   3,761   5,284   9,758   12,688

Enfin, en retranchant de ces nombres l'azote enlevé par les récoltes et par l'eau, afin d'avoir le gain réel du sol, et en prenant les moyennes des deux vases ayant servi aux mêmes usages, on trouve pour le gain en azote des 22^{kg} de terre, dans le cours des deux années, et, par suite, pour ce gain ramené à l'hectare :

	Pour chaque vase.	Pour 1 hectare.
	gr	kg
Terre nue....................	0,220	29
Terre avec gazon	2,970	394
Terre avec trèfle............	6,820	904

» En résumé, l'entraînement de l'azote ammoniacal par l'eau a été presque nul; l'entraînement de l'azote nitrique a été très important sur la terre nue, très faible sur la terre gazonnée, plus fort avec les légumineuses. L'enrichissement en azote a été sensible pour la terre nue, très élevé pour la terre couverte de gazon et considérable pour la terre recouverte de trèfle. La perte de l'azote nitrique par l'entraînement des eaux a été moindre pendant la seconde année que pendant la première sur la terre nue; elle a été plus grande, au contraire, sur les terres cultivées. Malgré cette plus grande production de nitrate et malgré l'enrichissement en azote, les récoltes de 1889 ont été notablement inférieures à celles de 1888. Ajoutons que cette infériorité ne se serait sans doute pas manifestée avec d'autres cultures; car de l'avoine semée cette année est déjà beaucoup plus forte sur la terre qui avait reçu du gazon et plus forte encore sur celle qui avait reçu du trèfle (1). »

---

(1) Le Mémoire *in extenso* paraîtra dans le Cahier de juin des *Annales agronomiques*.

BOTANIQUE. — *Sur la castration parasitaire de l'*Anemone ranunculoides *par l'*Æcidium leucospermum. Note de M. Ant. Magnin, présentée par M. Duchartre.

« Des observations déjà anciennes ([1]), dans lesquelles on avait cru constater que les pieds d'*Anemone ranunculoides* L., envahis par l'*Æcidium leucospermum* DC du *Puccinia fusca* Relh., étaient toujours dépourvus de fleurs, avaient fait émettre l'hypothèse que la stérilité de ces plantes était due à la présence du parasite.

» De nouvelles recherches, suggérées par les travaux de M. Giard, entreprises dans le courant du printemps de 1889 et continuées ces jours derniers, me permettent d'affirmer qu'il s'agit bien, dans le fait rappelé ci-dessus, d'une castration parasitaire.

» Les observations de l'année dernière ne m'avaient donné que des résultats incomplets : sur cent pieds environ d'Anémone chargés d'Écidiums, deux seulement étaient fleuris, tous les autres paraissant stériles.

» Il résulte de recherches plus minutieuses faites cette année : 1° que les plantes urédinisées peuvent produire des fleurs plus souvent que ces premières observations ne l'avaient laissé supposer; 2° mais que ces fleurs présentent *toujours* des altérations, variables d'intensité, pouvant aller jusqu'à l'atrophie presque complète des divers verticilles, notamment des carpelles.

» En effet, sur 3000 pieds environ d'*Anemone ranunculoides* croissant dans la localité explorée, j'en ai trouvé 306 atteints d'Écidiums, dont 256 complètement stériles, 19 ayant des bourgeons floraux tout à fait rudimentaires et 31 portant des fleurs développées, mais plus ou moins avortées dans quelques-unes de leurs parties.

» D'abord, lors même que la plante urédinisée est fleurie, elle ne possède jamais que la fleur terminale; c'est déjà une tendance à l'avortement; on sait, en effet, que, dans l'*An. ranunculoides*, il se développe souvent, à côté de la fleur terminale, une ou même deux fleurs latérales formant ainsi une cyme ombelliforme de 2 ou 3 fleurs ([2]); ces fleurs latérales avor-

---

([1]) Notes de MM. Mathieu et Magnin dans les *Annales de la Société botanique de Lyon*, p. 70; 2e année, 1874.

([2]) Dans une station, j'ai trouvé que les pieds biflores étaient, en général, trois

tent constamment dans les plantes urédinisées et ne sont représentées que par un ou deux petits bourgeons munis de leurs bractées propres; une seule fois, j'ai rencontré, sur un pied urédinisé, une de ces fleurs latérales, mais tout à fait atrophiée, sessile, réduite à de petits sépales membraneux et aux étamines.

» Cette fleur terminale unique subit un avortement variable, toujours en rapport avec le degré d'envahissement de la plante par le parasite.

» I. Dans les pieds les moins envahis, dont l'involucre a peu de péridiums ou sur une partie seulement de ses feuilles, la fleur ne diffère de la terminale des plantes saines que par les dimensions de ses sépales, notablement moins longs et moins larges : 11 pieds m'ont présenté cet état.

» II. A un degré plus avancé, la fleur est encore assez longuement pédicellée, mais les sépales sont devenus beaucoup plus petits, *inégaux* et souvent décolorés sur les bords (7 pieds).

» III. L'avortement plus marqué se traduit par des fleurs à pédicelle très court, à sépales de plus en plus réduits et inégaux, quelques-uns transformés en languettes ou même en *cornets*, plus nombreux par dédoublement ou par pétalodie des étamines extérieures; ces modifications ont été constatées sur 8 pieds, dont 3 avaient les sommets de ces languettes virescents et garnis de spermogonies.

» IV. Dans quatre plantes, la fleur était absolument sessile au centre de l'involucre, les sépales réduits à de petites écailles membraneuses, blanchâtres ou rosées, les carpelles complètement avortés; les étamines, quoique atrophiées, renfermaient cependant des grains de pollen normalement conformés.

» V. Enfin le dernier terme de l'atrophie était représenté par de petits boutons formés de quatre à cinq sépales membraneux, contenant d'assez nombreuses étamines dont les anthères étaient dépourvues de pollen; ces boutons manquaient aussi de carpelles (19 pieds).

» Dans les 256 autres plantes urédinisées, l'avortement des bourgeons floraux était complet.

» Du côté de l'appareil végétatif, tige et feuilles de l'involucre, le parasite provoque, non pas de l'atrophie, mais une excitation physiologique très nette : les pieds urédinisés se font souvent remarquer au milieu des

---

fois plus nombreux que les uniflores; les triflores seraient au contraire de moitié moins fréquents que les uniflores; je n'ai pas constaté d'inflorescence formée de plus de 3 fleurs.

touffes saines par leur taille et leur plus grand développement; les feuilles de l'involucre sont plus larges, plus épaisses, raides et comme charnues, même dans les portions des univolucres partiellement envahis; les cellules de l'épiderme ont augmenté de largeur et d'épaisseur, etc. C'est donc bien sur l'appareil reproducteur que le parasite localise son action atrophiante, qui s'exerce d'abord sur les sépales et le pédicelle, puis sur les carpelles et enfin sur les étamines; c'est un nouvel exemple de castration *gonotome*, surtout *thélytome*, se manifestant avec cette variabilité caractéristique signalée dans d'autres cas, chez les animaux comme dans les végétaux.

» Les fleurs terminales exclusivement mâles que j'ai constatées dans certains pieds urédinisés (IV et V) ont beaucoup de rapport avec des fleurs semblables qu'on observe parfois dans les plantes saines, mais qui sont toujours des fleurs latérales; de Jussieu avait, en effet, déjà vu que, « dans l'*An. ranunculoïdes* ayant plus d'une fleur, la surnuméraire est mâle (1) »; cette modification doit être rare; car, sur 183 pieds biflores et 29 pieds triflores examinés à ce point de vue, j'ai constaté que, dans les fleurs latérales à périanthe normal, il y avait seulement diminution du nombre des carpelles, jamais absence complète de ces organes; les fleurs sessiles, à périanthe atrophié, m'ont paru seules pouvoir manquer de carpelles; j'ai constaté rarement de semblables fleurs latérales mâles, 2 fois sur 183 plantes saines biflores et 5 fois sur 56 pieds sains triflores; la présence du parasite détermine donc assez fréquemment dans la fleur terminale (23 fois sur 50 pieds fleuris) une altération qui est un accident rare dans les fleurs latérales des plantes saines. »

PALÉONTOLOGIE. — *Sur la découverte d'une Tortue de terre géante au mont Léberon.* — Note de M. **Ch. Depéret**, présentée par M. Albert Gaudry.

« Dans le cours des explorations que j'ai entreprises pour dresser la Carte géologique des terrains tertiaires de la vallée de la Durance, j'ai eu le plaisir d'être averti par M. Deydier, notaire à Cucuron, et géologue dévoué pour l'étude de sa région si curieuse, de la découverte d'une

(1) *Examen de la famille des Renoncules*, dans *Histoire de l'Académie royale des Sciences*, année 1773, p. 229.

Tortue de grande taille dans les limons rouges miocènes supérieurs, près du torrent du Vabre, à 3^{km} à l'est de Cucuron. A peu de distance du point où gisait la Tortue, on aperçoit encore les traces des fouilles que M. le professeur Gaudry a fait exécuter en 1866, et qui ont illustré le gisement de Vertébrés terrestres du mont Léberon. Dans le cours de ces fouilles, M. Gaudry avait rencontré une portion de carapace d'une Tortue de terre gigantesque; mais ce sujet n'avait pu être préservé d'une destruction presque complète et « les pièces rapportées au » Muséum de Paris étaient trop endommagées pour permettre une » détermination spécifique ».

» Le nouveau sujet qui fait l'objet de cette Note, et qui se trouve dans les collections de la Faculté des Sciences de Lyon, s'est présenté dans des conditions de préservation meilleures. L'animal affleurait sur le flanc d'un ravin escarpé, couché à peu près dans sa position naturelle. La boîte osseuse était presque intacte, mais la voûte de la carapace n'avait pu résister à la pression des limons superposés, et s'était effondrée dans sa partie moyenne. L'extraction, assez pénible, a été menée à bien, grâce à l'aide obligeante et habile de M. Deydier. Les pièces osseuses étaient tellement fendillées que leur émiettement était certain sans une consolidation préalable. Voici le procédé employé : la voûte de la carapace était trop endommagée pour que l'on pût songer à une restauration ultérieure, et l'on a dû la sacrifier en partie. Par le grand orifice pratiqué ainsi dans la boîte osseuse, il a été possible de vider l'argile qui remplissait l'intérieur de l'animal; une bonne partie des os du squelette interne, tels que les humérus, les coracoïdiens, le tibia, le péroné, etc., ont été extraits en parfait état. Puis, on a consolidé le plastron à l'intérieur à l'aide d'une couche de ciment, complétée par un remplissage de plâtre. Le tout a pu être ainsi emballé, non sans peine, dans une caisse, en un bloc unique dont le poids atteignait 1100^{kg}.

» Le plastron est, comme je l'ai dit, entièrement conservé, ainsi qu'une partie des bords de la carapace. La longueur totale de la boîte osseuse en ligne droite est de $1^m,50$; sa largeur maximum de $1^m,13$. Elle dépasse donc par ses dimensions toutes les Tortues de terre vivantes et fossiles connues, à l'exception de la *Colossochelys* de l'Himalaya. La Tortue éléphantine n'a guère plus de $1^m,10$, et la carapace de la *Testudo perpiniana* du Muséum de Paris ne mesure que $1^m,20$.

» Par ses caractères zoologiques, la Tortue du Léberon est extrême-

ment voisine de cette dernière espèce. De même que chez la Tortue du pliocène de Perpignan, la boîte osseuse est remarquable par sa forme élargie et par le grand développement du plastron en surface. Le prolongement antérieur du plastron formé par les épisternaux s'étend en avant aussi loin que le bord antérieur de la carapace; élargi sur les côtés, terminé en avant par une pointe mousse, il ressemble à celui de la *Testudo perpiniana*, mais il est pourtant un peu plus allongé et plus grêle dans son ensemble. Le prolongement postérieur du plastron, échancré assez profondément sur la ligne médiane, muni de deux pointes latérales obtuses formées par les *xiphisternaux*, est aussi très semblable à celui de cette espèce, quoique un peu plus grêle en proportion. Il existe également dans les deux types, en arrière de la carapace, un bombement caudal bien accentué.

» Enfin, une particularité de structure toute spéciale complète cette analogie. M. Fischer a montré que la *Testudo perpiniana*, de même que les *Testudo pardalis* et *sulcata* actuelles de l'Afrique australe, était pourvue de curieuses plaques osseuses dermiques, qui recouvraient une partie des avant-bras, des jambes et des cuisses, et servaient de soutien à de fortes écailles épineuses. J'ai pu retrouver également à l'intérieur de la Tortue du Léberon un grand nombre de ces plaques osseuses dermiques, dont la forme est si spéciale.

» Il est donc certain que la Tortue géante qui vivait au mont Léberon à la fin du miocène supérieur est bien l'ancêtre direct de la Tortue pliocène du Roussillon. Pendant l'intervalle de temps assez long qui a séparé l'existence de ces deux types, il ne semble s'être produit dans l'organisation de ces Tortues de terre géantes aucune modification importante. Je n'ai pu constater entre ces animaux d'autre différence que la forme un peu plus grêle des épisternaux et des xiphisternaux dans le type du mont Léberon. Ce détail de structure ne me paraît pas suffisant pour justifier une distinction spécifique, et je propose de considérer la Tortue du Léberon comme une simple race de la *Testudo perpiniana*, sous le nom de race ou mieux de mutation ascendante *Leberonensis*. »

PATHOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *De l'action polaire positive du courant galvanique constant sur les microbes et en particulier sur la bactéridie charbonneuse.* Note de MM. **Apostoli** et **Laquerrière.**

« L'action antiseptique et microbicide du courant galvanique constant, entrevue par l'un de nous dès 1886 ([1]), a été l'objet de nos communes recherches depuis deux ans.

» Dans une Note déposée sous pli cacheté à l'Académie des Sciences, le 12 août 1889, nous avons consigné les premiers résultats d'expériences entreprises en plaçant d'abord les pôles aux deux extrémités d'une même éprouvette contenant des bouillons de culture, et à peu de distance l'un de l'autre. Toutes nos expériences ont eu le contrôle de l'ensemencement et de l'inoculation à l'animal (lapin ou cobaye).

» Voici nos premières et principales conclusions :

» 1° L'action du courant galvanique constant sur les cultures est en rapport direct avec l'intensité du courant évaluée en milliampères.

» 2° Pour une même intensité, et toutes choses égales d'ailleurs, il convient de tenir peu de compte de la durée de l'application, l'intensité du courant restant toujours le facteur principal.

» 3° Un courant de 300 milliampères et au-dessus, appliqué pendant cinq minutes, tue constamment la bactéridie charbonneuse. Les ensemencements faits avec la culture ainsi traitée restent stériles, et l'inoculation au cobaye reste sans effet.

» 4° Un courant de 200 à 250 milliampères, appliqué pendant cinq minutes, ne détruit pas sûrement et constamment la virulence; quelques cobayes meurent encore, mais plus tardivement que les témoins inoculés comparativement avec la même culture qui n'a pas été soumise à l'action du courant.

» 5° Un courant de 100 milliampères et au-dessous, même après une application de trente minutes, ne détruit pas la virulence; il se produit une atténuation qui augmente avec l'intensité du courant et qui s'accuse par ce fait que les cobayes inoculés meurent un à deux jours plus tardivement que les témoins.

» Depuis cette époque, nous avons établi que ces effets sont indépendants de l'influence thermique qui accompagne toute électrolyse, et nous

---

([1]) Apostoli, *Traitement de l'endométrite par la galvanocaustique chimique intra-utérine*, p. 38 et 50; 1886.

avons étudié l'influence isolée des pôles et de la portion interpolaire du circuit.

» Nous pouvons formuler les conclusions complémentaires qui suivent :

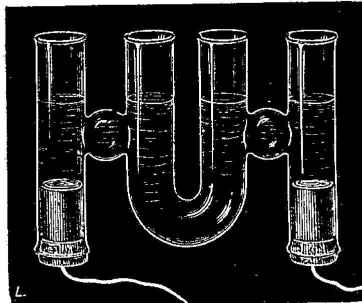
» 1° On peut supprimer expérimentalement les effets calorifiques du courant et obtenir quand même la destruction ou l'atténuation de la vitalité microbienne.

» 2° Le pôle positif seul tue ou atténue la vitalité des organismes pathogènes pour lesquels l'action interpolaire et celle du pôle négatif restent indifférentes.

» 3° L'action antiseptique du pôle positif (dans un milieu de culture distinct, entièrement séparé du pôle négatif) s'exerce à plus faible dose électrique que dans la première expérience (où les deux pôles, étant contigus, atténuent leur action réciproque). Ainsi le pôle positif ne tue pas à 50 milliampères pendant une durée qui peut varier de cinq à trente minutes ; mais, au delà, l'atténuation commence et grandit progressivement pour devenir constante, dès les cinq premières minutes, entre 100 à 150 milliampères.

» 4° La conclusion générale qui se dégage de nos recherches, c'est que le courant continu, à dose dite *médicale* (de 50 à 300 milliampères), n'a pas d'action *sui generis* sur les cultures microbiennes dans un milieu homogène, et que son unique action polaire positive doit tenir au dégagement des acides et de l'oxygène, comme nous le démontrerons dans une prochaine Note.

» Voici la figure de l'appareil qui a servi à nos dernières expériences, avec ses mesures :



» L'axe du tube a une longueur développée de 25^{cm}, mesurée du pôle positif au pôle négatif;

» La section du tube est de 6^{cm};

» Il y a deux étranglements de 2^{cm} de longueur chaque et d'une section de 5^{cq} environ.

» La résistance totale de ce tube articulé équivaut à celle d'un tube rectiligne de 25^{cm} de long et de $5^{cq},5$ de section.

MÉDECINE. — *Sur l'existence de l'endocardite tuberculeuse.* Note de M. **Raymond Tripier**, présentée par M. Bouchard.

« A l'examen de pièces pathologiques provenant d'un jeune homme de 14 ans qui avait succombé à une tuberculose miliaire généralisée, j'ai trouvé sur la face supérieure de la valvule mitrale des végétations granuleuses de formation récente, et à proximité, mais sur la face inférieure, entre l'insertion de deux tendons, un petit nodule tuberculeux bien caractérisé, en rapport, d'une part, avec la valvule et les tendons et, d'autre part, avec la cavité ventriculaire, c'est-à-dire avec le sang que cette cavité contenait.

» Ce fait, signalé pour la première fois, vient tout d'abord se joindre aux cas publiés par divers auteurs de lésions tuberculeuses observées dans les veines et les lymphatiques, et à ceux où la présence de bacilles de la tuberculose a été constatée dans l'appareil circulatoire, pour confirmer les prévisions émises sur le mode de généralisation de la tuberculose par la circulation.

» L'examen comparatif du nodule tuberculeux avec certains points d'une végétation en voie de formation montre que ces divers produits pathologiques sont constitués par un exsudat albumino-fibrineux et cellulaire, c'est-à-dire par les mêmes éléments dont la disposition présente aussi une certaine analogie, alors que le nodule possède parfaitement les caractères propres à la tuberculose. Il en résulte que ce nodule tuberculeux, considéré dans une région où il est, pour ainsi dire, isolé, est bien constitué par un exsudat inflammatoire, et que le processus inflammatoire de la végétation doit être de nature tuberculeuse; d'autant que ces lésions coïncident avec la production de tubercules miliaires dans la plupart des organes.

» Il est de règle d'observer des végétations ou granulations d'endocardite aiguë, plus particulièrement sur la valvule mitrale, avec la tuberculose miliaire, et il n'est pas rare d'en rencontrer aussi avec les différentes formes de phtisie pulmonaire. Avec des lésions tuberculo-caséeuses et des cavernes dans les poumons, j'ai trouvé des végétations récentes sur les deux valvules auriculo-ventriculaires et des thromboses veineuses des membres inférieurs. Dans les mêmes conditions, des artères peuvent être le siège de coagulations sanguines oblitérantes par suite de thrombose ou d'embolie. Toutes ces lésions sont vraisemblablement de nature tuberculeuse.

» Il résulte des faits observés qu'avec l'endocardite tuberculeuse aiguë,

on doit admettre une endocardite chronique de même nature. En effet, on rencontre parfois des sujets qui ont succombé à une phtisie pulmonaire ou à d'autres manifestations tuberculeuses et qui présentent des lésions valvulaires anciennes et récentes. Si ces dernières sont avec raison rapportées à la tuberculose, il y a toutes probabilités pour que les premières soient dues à la même cause. Et si l'on ne trouve que des lésions anciennes, comme il arrive assez fréquemment, on peut encore les considérer comme ayant eu pour point de départ des lésions tuberculeuses, surtout lorsqu'on ne relève dans les antécédents pathologiques du malade aucune cause capable de leur avoir donné naissance. Les nombreuses observations relatées par les auteurs, où se trouve signalée la concomitance de lésions endocardiaques et de productions tuberculeuses diverses, sont en faveur de l'identité d'origine de ces lésions, au moins pour un certain nombre de cas.

» On peut étendre cette étiologie à des lésions valvulaires ayant donné lieu à des maladies de cœur proprement dites chez des sujets présentant des traces d'anciennes lésions tuberculeuses des poumons et d'autres organes.

» La coexistence de lésions valvulaires et de productions tuberculeuses diverses n'empêche pas d'admettre l'antagonisme signalé depuis longtemps entre les maladies du cœur et la phtisie pulmonaire. Lorsque la tuberculose est primitivement localisée dans les poumons et dans le cœur, on voit évoluer soit une phtisie pulmonaire, soit une maladie du cœur, suivant la prédominance des lésions pulmonaires qui empêchent le développement de la maladie du cœur, ou de l'altération cardiaque avec une hypertrophie de l'organe qui semble éteindre l'affection pulmonaire. »

A 4 heures et demie, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures. M. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 28 AVRIL 1890.

Annuaire géologique universel, publié par L. CAREZ et H. DOUVILLÉ, 1888. Comptoir géologique de Paris. (Présenté par M. Gaudry.)

Nouvelles recherches sur les bases de la série pyridique et sur les bases de la série quinoléique; par M. ŒCHSNER DE CONINCK. Paris, G. Masson, 1890. (Présenté par M. Gautier.)

Étude des mouvements de l'atmosphère; par E. TOURNIER, lieutenant de vaisseau. Paris, L. Baudoin et Cie, 1890.

Épilepsie, folie épileptique; par le Dr JULES CHRISTIAN. Paris, G. Masson, 1890. (Présenté par M. Bertrand.)

Rapport général présenté à M. le Ministre de l'Intérieur, par l'Académie de Médecine, sur les vaccinations et les revaccinations pratiquées en France et dans les Colonies françaises pendant l'année 1888. Melun, Imprimerie administrative, 1890.

Annales de la Société académique de Nantes et du département de la Loire-Inférieure. Vol. X, 6e série, 2e semestre, 1889. Nantes, L. Mellinet et Cie, 1890.

L'indice céphalique des populations françaises. Paris, G. Masson, 1890.

La priorité des noms des plantes; par le Dr SAINT-LÉGER. Paris, J.-B. Baillière et fils, 1890.

Las aguas minerales de Chile; por el Dr L. DARAPSKY. Valparaiso, imprenta del *Universo* de Guillermo Helfmann, 1890.

Minutes of proceedings of Institution of civil engineers; with other selected and abstracted papers. Vol. XCIX. London, James Forrest, 1890.

Characteristics of volcanoes with contributions of facts and principles from the Hawaiian islands; by JAMES D. DANA. New-York, Dodd, Mead and Company, 1890.

Corals and coral islands; by D. DANA, L. L. D. New-York, Dodd, Mead and Company, 1890.

Bulletin de la Société impériale des naturalistes de Moscou, année 1889, n° 2. Moscou, imprimerie de l'Université impériale, 1889.

Annalen des physikalischen Central Observatoriums, herausgegeben von H. Wild. Jahrgang 1888, Theil I, II. Saint-Petersburg, 1889.

Repertorium für Meteorologie, herausgegeben von der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften, redigirt von Dr Heinrich Wild, Band XII, 1889.

ERRATA.

(Séance du 21 avril 1890.)

Note de M. *Bouty*, Sur les condensateurs en mica :

Page 849, ligne 6, *au lieu de* courants électriques, *lisez* constantes électriques.



On souscrit à Paris, chez GAUTHIER-VILLARS ET FILS,
Quai des Grands-Augustins, n° 55.

Depuis 1835 les **COMPTES RENDUS** hebdomadaires paraissent régulièrement le *Dimanche*. Ils forment, à la fin de l'année, deux volumes in-4°. Deux Tables, l'une par ordre alphabétique de matières, l'autre par ordre alphabétique de noms d'Auteurs, terminent chaque volume. L'abonnement est annuel et part du 1er janvier.

Le prix de l'abonnement est fixé ainsi qu'il suit :

Paris : **20 fr.** — Départements : **30 fr.** — Union postale : **34 fr.** — Autres pays : les frais de poste extraordinaires en sus.

On souscrit, dans les Départements,

	chez Messieurs :
Agen	Michel et Médan.
Alger	Gavault St-Lager.; Jourdan.; Ruff.
Amiens	Hecquet-Decobert.
Angers	Germain et Grassin.; Lachèse et Dolbeau.
Bayonne	Jérôme.
Besançon	Jacquard.
Bordeaux	Avrard.; Chaumas.; Vincent.; Muller (G.).
Bourges	David.
Brest	Lefournier.; F. Robert.; J. Robert.; Ve Uzel Caroff.
Caen	Baër.; Massif.
Chambéry	Perrin.
Cherbourg	Henry.
Clermont-Ferr...	Rousseau.; Ribou-Collaye.
Dijon	Lamarche.; Ratel.; Damidot.
Douai	Lauverjat.; Crépin.
Grenoble	Drevet.; Gratier.
La Rochelle	Robin.
Le Havre	Bourdignon.; Dombre.
Lille	Ropiteau.; Lefebvre.; Quarré.
Lorient	Gosse.; Mme Texier.
Lyon	Beaud.; Georg.; Mégret.; Palud.; Vitte et Périssel.
Marseille	Millaud.
Montpellier	Calas.; Coulet.
Moulins	Martial Place.
Nancy	Sordoillet.; Grosjean-Maupin.; Sidot frères.
Nantes	Loiseau.; Mme Veloppé.
Nice	Barma.; Visconti et Cie.
Nîmes	Thibaud.
Orléans	Luzeray.
Poitiers	Blanchier.; Druineaud.
Rennes	Plihon et Hervé.
Rochefort	Boucheron-Rossignol.
Rouen	Langlois.; Lestringant.
St-Étienne	Chevalier.
Toulon	Bastide.; Rumèbe.
Toulouse	Gimet.; Privat.
Tours	Boisselier.; Péricat.; Suppligeon.
Valenciennes	Giard.; Lemaître.

On souscrit, à l'Étranger,

	chez Messieurs :
Amsterdam	Robbers.; Feikema Caarchen et Cie.
Athènes	Wilberg.
Barcelone	Verdaguer.; Piaget.
Berlin	Asher et Cie.; Calvary et Cie.; Friedlander et fils.; Mayer et Müller.
Berne	Schmid, Francke et Cie.
Bologne	Zanichelli et Cie.
Bruxelles	Ramlot.; Mayolez.; Falk.
Bucharest	Haimann.; Ranisteanu.
Budapest	Kilian.
Cambridge	Deighton, Bell et Co.
Christiania	Cammermeyer.
Constantinople	Lorentz et Keil.
Copenhague	Höst et fils.
Florence	Lœscher et Seeber.
Gand	Hoste.
Gênes	Beuf.
Genève	Cherbuliez.; Georg.; Stapelmohr.
La Haye	Belinfante frères.
Lausanne	Benda.; Payot.
Leipzig	Barth.; Brockhaus.; Lorentz.; Max Rübe.; Twietmeyer.
Liège	Brandt.; Gnusé.
Londres	Dulau.; Nutt.
Luxembourg	V. Bück.
Madrid	Fuentès et Capdeville.; Librairie Gutenberg.; Gonzalès e hijos.; Yravedra.; F. Fé.
Milan	Dumolard frères.; Hœpli.
Moscou	Gautier.
Naples	Furcheim.; Marghieri di Gius.; Pellerano.
New-York	Christern.; Westermann.
Odessa	Rousseau.
Oxford	Parker et Cie.
Palerme	Clausen.
Porto	Magalhaès.
Prague	Rivnac.
Rio-Janeiro	Garnier.
Rome	Bocca frères.; Loescher et Cie.
Rotterdam	Kramers et fils.
Stockholm	Samson et Wallin.
St-Petersbourg	Librairie Française.; Wolff.
Turin	Bocca frères.; Brero.; Clausen.; Rosenberg et Sellier.
Varsovie	Gebethner et Wolff.
Vérone	Drucker.
Vienne	Frick.; Gerold et Cie.
Zürich	Meyer et Zeller.

TABLES GÉNÉRALES DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES :

Tomes **1er** à **31**. — (3 Août 1835 à 31 Décembre 1850.) Volume in-4°; 1853. Prix .... **15 fr.**
Tomes **32** à **61**. — (1er Janvier 1851 à 31 Décembre 1865.) Volume in-4°; 1870. Prix .... **15 fr.**
Tomes **62** à **91**. — (1er Janvier 1866 à 31 Décembre 1880.) Volume in-4°; 1889. Prix .... **15 fr.**

SUPPLÉMENT AUX COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES :

Tome I : Mémoire sur quelques points de la Physiologie des Algues, par MM. A. Derbès et A.-J.-J. Solier. — Mémoire sur le Calcul des Perturbations qu'éprouvent les Comètes, par M. Hansen. — Mémoire sur le Pancréas et sur le rôle du suc pancréatique dans les phénomènes digestifs, particulièrement dans la digestion des matières grasses, par M. Claude Bernard. Volume in-4°, avec 32 planches; 1856 .... **15 fr.**

Tome II : Mémoire sur les vers intestinaux, par M. P.-J. Van Beneden. — Essai d'une réponse à la question de Prix proposée en 1850 par l'Académie des Sciences pour le concours de 1853, et puis remise pour celui de 1856, savoir : « Étudier les lois de la distribution des corps organisés fossiles dans les différents terrains sédimentaires, suivant l'ordre de leur superposition. — Discuter la question de leur apparition ou de leur disparition successive ou simultanée. — Rechercher la nature des rapports qui existent entre l'état actuel du règne organique et ses états antérieurs », par M. le Professeur Bronn. In-4°, avec 27 planches; 1861... **15 fr.**

A la même Librairie les **Mémoires de l'Académie des Sciences**, et les **Mémoires présentés par divers Savants à l'Académie des Sciences.**

N° 17.

TABLE DES ARTICLES. (Séance du 28 avril 1890.)

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

NOMINATIONS.

CORRESPONDANCE.

PARIS. — IMPRIMERIE GAUTHIER-VILLARS ET FILS,
Quai des Grands-Augustins, 55.

1890

PREMIER SEMESTRE.

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES
DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

TOME CX.

N° 18 (5 Mai 1890).

PARIS,
GAUTHIER-VILLARS ET FILS, IMPRIMEURS-LIBRAIRES
DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,
Quai des Grands-Augustins, 55.

1890

RÈGLEMENT RELATIF AUX COMPTES RENDUS,

ADOPTÉ DANS LES SÉANCES DES 23 JUIN 1862 ET 24 MAI 1875.

Les *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie* se composent des extraits des travaux de ses Membres et de l'analyse des Mémoires ou Notes présentés par des savants étrangers à l'Académie.

Chaque cahier ou numéro des *Comptes rendus* a 48 pages ou 6 feuilles en moyenne.

26 numéros composent un volume.

Il y a deux volumes par année.

ARTICLE 1er. — *Impression des travaux de l'Académie.*

Les extraits des Mémoires présentés par un Membre ou par un Associé étranger de l'Académie comprennent au plus 6 pages par numéro.

Un Membre de l'Académie ne peut donner aux *Comptes rendus* plus de 50 pages par année.

Les communications verbales ne sont mentionnées dans les *Comptes rendus*, qu'autant qu'une rédaction écrite par leur auteur a été remise, séance tenante, aux Secrétaires.

Les Rapports ordinaires sont soumis à la même limite que les Mémoires; mais ils ne sont pas compris dans les 50 pages accordées à chaque Membre.

Les Rapports et Instructions demandés par le Gouvernement sont imprimés en entier.

Les extraits des Mémoires lus ou communiqués par les correspondants de l'Académie comprennent au plus 4 pages par numéro.

Un Correspondant de l'Académie ne peut donner plus de 32 pages par année.

Dans les *Comptes rendus*, on ne reproduit pas les discussions verbales qui s'élèvent dans le sein de l'Académie; cependant, si les Membres qui y ont pris part désirent qu'il en soit fait mention, ils doivent rédiger, séance tenante, des Notes sommaires, dont ils donnent lecture à l'Académie avant de les remettre au Bureau. L'impression de ces Notes ne préjudicie en rien aux droits qu'ont ces Membres de lire, dans les séances suivantes, des Notes ou Mémoires sur l'objet de leur discussion.

Les Programmes des prix proposés par l'Académie sont imprimés dans les *Comptes rendus*, mais les Rapports relatifs aux prix décernés ne le sont qu'autant que l'Académie l'aura décidé.

Les Notices ou Discours prononcés en séance publique ne font pas partie des *Comptes rendus*.

ARTICLE 2. — *Impression des travaux des Savants étrangers à l'Académie.*

Les Mémoires lus ou présentés par des personnes qui ne sont pas Membres ou Correspondants de l'Académie peuvent être l'objet d'une analyse ou d'un résumé qui ne dépasse pas 3 pages.

Les Membres qui présentent ces Mémoires sont tenus de les réduire au nombre de pages requis. Le Membre qui fait la présentation est toujours nommé; mais les Secrétaires ont le droit de réduire cet Extrait autant qu'ils le jugent convenable, comme ils le font pour les articles ordinaires de la correspondance officielle de l'Académie.

ARTICLE 3.

Le *bon à tirer* de chaque Membre doit être remis à l'imprimerie le mercredi au soir, ou, au plus tard, le jeudi à 10 heures du matin; faute d'être remis à temps, le titre seul du Mémoire est inséré dans le *Compte rendu* actuel, et l'extrait est renvoyé au *Compte rendu* suivant, et mis à la fin du cahier.

ARTICLE 4. — *Planches et tirage à part.*

Les *Comptes rendus* n'ont pas de planches.

Le tirage à part des articles est aux frais des auteurs; il n'y a d'exception que pour les Rapports et les Instructions demandés par le Gouvernement.

ARTICLE 5.

Tous les six mois, la Commission administrative fait un Rapport sur la situation des *Comptes rendus* après l'impression de chaque volume.

Les Secrétaires sont chargés de l'exécution du présent Règlement.

Les Savants étrangers à l'Académie qui désirent faire présenter leurs Mémoires par MM. les Secrétaires perpétuels sont priés de les déposer au Secrétariat au plus tard le Samedi qui précède la séance, avant 5h. Autrement la présentation sera remise à la séance suivante

// COMPTES RENDUS
DES SÉANCES
DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 5 MAI 1890,

PRÉSIDENCE DE M. HERMITE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Ministre de l'Instruction publique** adresse une ampliation du Décret par lequel M. le Président de la République approuve l'élection que l'Académie a faite de M. *Léauté*, pour remplir, dans la Section de Mécanique, la place laissée vacante par le décès de M. *Phillips*.

Il est donné lecture de ce Décret.

Sur l'invitation de M. le Président, M. **Léauté** prend place parmi ses Confrères.

THERMOCHIMIE. — *Chaleur de combustion des principaux composés azotés contenus dans les êtres vivants et son rôle dans la production de la chaleur animale;* par MM. **Berthelot** et **André**.

« Les principes azotés forment la masse dominante des tissus animaux et ils jouent dans le développement des végétaux un rôle essentiel. Leur

importance en Chimie physiologique, et spécialement pour la production de la chaleur animale, ne saurait être exagérée : c'est ce qui nous a engagés à en mesurer la chaleur de combustion dans la bombe calorimétrique. L'opération est prompte, facile, précise, comme d'ordinaire. Mais la comparaison des résultats demande quelque précaution, parce qu'elle ne saurait être rapportée à des formules moléculaires certaines, celles des matières albuminoïdes étant fort élevées et controversées. De là la nécessité de s'en tenir aux mesures relatives à l'unité de poids, sans remonter jusqu'à des poids moléculaires douteux; nécessité d'autant plus imposée qu'il s'agit de principes fixes et incristallisables, dont la pureté absolue ne saurait être garantie au même degré que celle des corps définis volatils ou cristallisés. Il y a plus : l'état d'hydratation, et par suite la richesse même en carbone et autres éléments, varie de plusieurs centièmes, suivant la température à laquelle les albuminoïdes ont été desséchés. C'est pourquoi nous avons cru utile de rapporter toutes nos chaleurs de combustion, non seulement à 1^{gr} de matière, mais aussi à 1^{gr} de carbone; la proportion de cet élément donnant lieu à des comparaisons plus assurées.

» Les chaleurs de formation depuis les éléments sont aisées à calculer lorsqu'on connaît les chaleurs de combustion, et elles peuvent être évaluées soit pour l'unité de poids de la matière, soit pour l'unité de poids de l'un des éléments, tels que le carbone ou l'azote, soit pour les poids moléculaires. Mais elles sont influencées à un tel degré par les moindres impuretés, que leur évaluation exacte ne nous a pas paru comporter beaucoup d'intérêt.

» Quant à l'emploi des chaleurs de combustion dans le calcul de la chaleur animale, il est subordonné, comme nous l'avons dit, à la nature des produits éliminés par l'économie et spécialement à la forme sous laquelle l'azote est rejeté au dehors : nous avons donné ce calcul pour le cas le plus général, celui où l'azote part sous forme d'urée, en rapportant comme ci-dessus les résultats tant à l'unité de poids de la matière alimentaire qu'à l'unité de poids du carbone qu'elle renferme.

» Voici les résultats observés, avec seize matières azotées ou principes immédiats :

» I. ALBUMINE d'œuf purifiée (1) et séchée à 100°. — *Composition* de l'échantillon :

$C = 51,77$ (2), $H = 7,03$, $Az = 15,43$, $S = 1,62$, $O = 24,15$.

Cendres en plus : 1,01.

(1) Donnée par M. Schützenberger.
(2) Varie selon le mode de dessiccation

» *Chaleur de combustion.* — 4 combustions dans la bombe; pour 1 gramme :

$5683^{cal},7$, $5774,6$, $5684,3$, $5606,8$. Moyenne : $5687^{cal},4$ à v. c.

» Ce chiffre se rapporte à 1 gramme, brûlé à volume constant, vers 9°, le soufre étant changé en acide sulfurique étendu. Il est facile de le rapporter à pression constante, sans faire intervenir aucune formule hypothétique. En effet, 24,15 d'oxygène contenu dans l'albumine employée suffirent à brûler 4,02 d'hydrogène. Le surplus de la combustion est effectué par l'oxygène libre; celui qui brûle le carbone [1] n'entre pas en compte, car il fournit sensiblement un volume d'acide carbonique égal au sien, ce qui ne change pas la pression. Reste dès lors à tenir compte de l'oxygène qui disparaît en formant de l'eau, aux dépens de l'excès d'hydrogène, et de l'acide sulfurique, étendu, aux dépens du soufre [2]. Soit, pour $4^{gr},01$ d'hydrogène, $32^{gr},04$ d'oxygène ou une molécule sensiblement : ce qui répond à $0^{Cal},56$ à 9°; plus pour $1^{gr},62$ de soufre, $2^{gr},43$ d'oxygène ou $\frac{3}{40}$ de molécule sensiblement : ce qui répond à $0^{Cal},04$; en tout $+0^{Cal},60$. Mais l'azote qui devient libre dans la combustion produit un effet inverse : soit pour $15^{gr},4$ ou $\frac{55}{100}$ de molécule : $0^{Cal},31$. L'effet total répond donc en définitive à $0^{Cal},29$ pour $0^{gr},100$ d'albumine brûlée; soit pour 1^{gr}, à $2^{Cal},9$, et la chaleur de combustion à pression constante est dès lors : $5690^{cal},6$.

» On voit combien cette correction est petite, et comprise dans la limite des erreurs d'expérience : elle est à très peu près la même pour les autres principes albuminoïdes, tendant à devenir nulle pour ceux dont la composition se rapproche des hydrates de carbone.

» Pour un poids d'albumine contenant 1^{gr} de carbone, la chaleur de combustion sera : 10991^{cal} à pression constante. Cela ferait : pour le poids moléculaire correspondant à la formule $C^{72}H^{112}Az^{18}SO^{22}$ de Lieberkühn : 9497^{Cal}; pour l'une des formules de M. Schützenberger, $C^{240}H^{387}Az^{65}S^{3}O^{75}$: 32546^{Cal}.

» *Chaleur de formation* par les éléments, depuis le carbone-diamant, etc. : 893^{cal} pour 1^{gr} d'albumine, et 1721^{cal} pour le poids d'albumine qui renferme 1^{gr} de carbone. Soit pour la formule de Lieberkühn : 1487^{Cal}, et pour celle de M. Schützenberger : 4956^{Cal}; sous les réserves signalées plus haut. C'est surtout dans l'étude des dédoublements successifs, opérés par la méthode de M. Schützenberger, que ces chiffres pourront avoir de l'intérêt.

» *Combustion avec formation d'urée.* — L'azote étant éliminé sous forme d'urée, la chaleur de combustion, rapportée à 1^{gr} d'albumine, diminue de 833^{cal}; ce qui la réduit à 4857^{cal}. Si on la rapporte au poids d'albumine qui contient 1^{gr} de carbone, elle diminue de 161^{cal}; ce qui la réduit à 9381^{cal}.

» L'élimination de l'azote de l'albumine sous forme d'urée fait donc perdre près de

---

(1) Il en serait autrement avec une matière contenant trop peu d'hydrogène pour utiliser tout l'oxygène; mais le calcul est également aisé.

(2) Dans la bombe, tout le soufre des albuminoïdes est changé en acide sulfurique, comme nous l'avons vérifié par des dosages comparatifs, faits sur les mêmes échantillons par la méthode ordinaire. On reviendra sur ce procédé de dosage du soufre par combustion dans l'oxygène comprimé en présence de l'eau.

15 centièmes, ou 1 septième environ de la chaleur de combustion totale de cette substance.

» La perte dépasserait 20 centièmes par l'azote éliminé sous forme d'acide urique.

» II. Fibrine du sang lavée, traitée par l'éther, séchée à 115°. — *Composition* de l'échantillon :

C = 51,13, H = 6,90, Az = 17,50, S = 1,19, O = 23,28. Cendres en plus : 1,23.

» *Chaleur de combustion.* — 3 combustions dans la bombe : $5507^{cal},7$; $5520^{cal},6$; $5558^{cal},9$. Moyenne : $5529^{cal},1$ à v. c.; 5532,4 à p. c. pour 1^{gr} de fibrine.

» Pour le poids de fibrine qui contient 1^{gr} de carbone : 10820^{cal}.

» *Chaleur de formation* par les éléments. — Pour 1^{gr} de fibrine : 970^{cal}. Pour le poids de fibrine contenant 1^{gr} de carbone : 1898^{cal}.

» *Combustion avec formation d'urée.* — La perte en chaleur, pour 1^{gr} de fibrine est de : 946^{cal}; ce qui réduit la chaleur de combustion à 4586^{cal}.

» Pour le poids de fibrine contenant 1^{gr} de carbone : 8970^{cal}.

» III. Chair musculaire. Viande de bœuf (filet) hachée, lavée à l'alcool, puis à l'éther, séchée à 115°. — *Composition* de l'échantillon :

C = 53,71, H = 7,38, Az = 18,19, S = 1,18, O = 19,54. Cendres en plus : 2,45.

» *Chaleur de combustion.* — 3 combustions dans la bombe : $5722^{cal},9$; $5751^{cal},4$; $5710^{cal},9$. Moyenne : $5728^{cal},4$ à v. c.; $5731^{cal},4$ à p. c. pour 1^{gr} de chair.

» Pour le poids de chair qui contient 1^{gr} de carbone : 10671^{cal}.

» *Chaleur de formation* par les éléments. — Pour 1^{gr} de chair : 1419^{cal}. Pour le poids de chair contenant 1^{gr} de carbone : 2642^{cal}.

» *Combustion avec formation d'urée.* — Perte en chaleur pour 1^{gr} de chair : 982^{cal}; ce qui réduit la chaleur de combustion à 4749^{cal}.

» Pour le poids de chair contenant 1^{gr} de carbone, perte 1830; et chaleur de combustion correspondante : 8841^{cal}.

» IV. Hémoglobine du cheval (¹) séchée à 115°. — *Composition* de l'échantillon :

C = 55,51, H = 7,30, Az = 17,64, S = 1,11, P = 0,82, O = 17,62.
Cendres négligeables.

» *Chaleur de combustion* — 3 combustions dans la bombe : 5907,6; 5903,4; 5919,1. Moyenne : 5910^{cal} à v. c.; $5914^{cal},8$ à p. c. pour 1^{gr} d'hémoglobine.

» Rapportée à 1^{gr} de carbone : 10617^{cal}.

» Avec formation d'urée : pour 1^{gr} d'hémoglobine (en moins, 951) : 4964^{cal}; pour 1^{gr} de carbone, etc. (en moins, 1715) : 8902^{cal}.

» V. Caséine du lait (²) séchée à 115°. — *Composition* de l'échantillon :

C = 50,81, H = 7,00, Az = 15,37, S = 1,63, P = 1,18, O = 24,01.
Cendres en plus : 0,64.

(¹) Donnée par M. Bouchardat.

(²) Donnée par M. Schützenberger.

» *Chaleur de combustion.* — 4 combustions dans la bombe : 5589,0 ; 5678,1 ; 5647,7 ; 5590,9. Moyenne : 5626,4 à v. c. ; 5629,2 à p. c. pour 1gr de caséine.

» Rapportée à 1gr de carbone, etc. : 11080cal.

» Avec formation d'urée : pour 1gr de caséine (830 en moins) : 4799cal ; pour 1gr de carbone, etc. (en moins, 1600) : 9580cal.

» VI. Osséine [1] séchée à 115°. — *Composition* de l'échantillon :

C = 50,10, H = 7,01, Az = 179,1, S = 0,38, O = 24,60. Cendres en plus : 0,29.

» *Chaleur de combustion.* — 3 combustions dans la bombe : 5400,5 ; 5423,7 ; 5406,9. Moyenne : 5410,4 à v. c. ; 5414cal à p. c. pour 1gr d'osséine.

» Rapportée à 1gr de carbone, etc. : 10806cal.

» Avec formation d'urée : pour 1gr d'osséine (perte, 970) : 4544cal ; pour 1gr de carbone, etc. (perte, 1930) : 8976cal.

» VII. Chondrine de veau purifiée, séchée à 115°. — *Composition* de l'échantillon :

C = 50,89, H = 7,14, Az = 15,60, S = 2,00, P = 0,45, O = 23,93.
Cendres en plus : 6,35.

» *Chaleur de combustion.* — 3 combustions dans la bombe : 5335,6 ; 5350,8 ; 5340,7. Moyenne : 5342cal,4 à v. c. ; 5345,8 à p. c. pour 1gr de chondrine.

» Rapportée à 1gr de carbone, etc. : 10544cal.

» Avec formation d'urée : pour 1gr de chondrine (perte, 840) : 4506cal ; pour 1gr de carbone, etc. (perte, 1620) : 8924cal.

» VIII. Vitelline purifiée, séchée dans le vide, à froid. — *Composition* de l'échantillon :

C = 51,80, H = 7,55, Az = 15,47, S = 1,25, P = 1,66, O = 22,27.
Cendres négligeables.

» *Chaleur de combustion.* — 3 combustions dans la bombe : 5780,5 ; 5776,1 ; 5785,4. Moyenne : 5780,6 à v. c. ; 5784,1 à p. c. pour 1gr de vitelline.

» Rapportée à 1gr de carbone, etc. : 11166cal.

» Avec formation d'urée : pour 1gr de vitelline (perte, 830) : 4954cal ; pour 1gr de carbone, etc. (perte, 1870) : 8576cal.

» IX. Jaune d'œuf. — Nous avons cru utile de joindre à la détermination précédente celle du jaune d'œuf brut, coagulé par la chaleur, puis divisé, et séché à froid dans le vide. L'importance de cette matière, au point de vue de la nutrition de l'embryon, est toute particulière.

» *Composition* de l'échantillon ; sans aucun autre traitement (c'est-à-dire avec les matières grasses) :

C = 67,41, H = 10,20, Az = 7,65, S = 0,39, P = 1,82, O = 12,53.
Cendres négligeables.

» *Chaleur de combustion.* — 3 combustions dans la bombe : 8099,5 ; 8096,9 ; 8140,7. Moyenne : 8112,4 à v. c. ; 8124,2 à p. c. pour 1gr de jaune d'œuf.

---

(1) Donnée par M. Schützenberger.

» Rapportée à 1gr de carbone, etc. : 12052cal.

» Avec formation d'urée, etc. : pour 1gr de jaune d'œuf (perte, 420) : 7704cal; pour 1gr de carbone, etc. (perte, 620) : 11632cal.

» Ces chiffres sont beaucoup plus forts que ceux de la vitelline, à cause de la présence des corps gras.

» X. Fibrine végétale, extraite du gluten au moyen de l'alcool et de l'éther, etc.; séchée à 115°. — *Composition* de l'échantillon :

C = 53,71, H = 7,31, Az = 17,43, S = 1,05, P = 0,39, O = 20,11.
Cendres négligeables.

» *Chaleur de combustion.* — 5 combustions : 5809,8; 5846,4; 5818,5; 5882,5; 5804,2. Moyenne : 5832,3 à v. c.; 5836,5 à p. c. pour 1gr de fibrine végétale.

» Rapportée à 1gr de carbone : 10807cal.

» Avec formation d'urée, etc. : pour 1gr de fibrine végétale (perte, 950) : 4986cal; pour 1gr de carbone, etc. (perte, 1760) : 9047cal.

» XI. Gluten brut séché à 115° — *Composition* de l'échantillon :

C = 55,11, H = 7,53, Az = 15,73, S = 1,00, P = 0,33, O = 20,30.
Cendres en plus : 0,21.

» *Chaleur de combustion.* — 4 combustions : 6002,7; 6000,1; 5994,2; 5964,3. Moyenne : 5990,3 à v. c.; 5994,8 à pression constante.

» Rapportée à 1gr de carbone, etc. : 10878cal.

» Avec formation d'urée : pour 1gr de gluten (perte, 150) : 5245cal; pour 1gr de carbone (perte, 1540) : 9338cal.

» XII. Colle de poisson de Russie. Lavée à l'éther, séchée à 115°. — *Composition* de l'échantillon :

C = 48,53, H = 6,91, Az = 18,45, S = 0,57, O = 25,54. Cendres en plus : 0,74.

» *Chaleur de combustion.* — 3 combustions : 5249,6; 5224,4; 5246,4. Moyenne : 5240,1 à v. c; 5242 à p. c.

» Rapportée à 1gr de carbone, etc. : 10800cal.

» Avec formation d'urée : pour 1gr d'ichtyocolle (perte, 1050) : 4192cal; pour 1gr de carbone (perte, 2160) : 8640cal.

» XIII. Fibroïne dégraissée à l'éther (1), séchée à 115°. — *Composition* de l'échantillon :

C = 48,09, H = 6,37, Az = 17,96, S = 0,17, O = 27,41. Cendres en plus : 0,35.

» *Chaleur de combustion.* — 3 combustions : 5123,8; 5073,6; 5089,8. Moyenne : 5095,7 à v. c.; 5097 à p. c.

» Rapportée à 1gr de carbone, etc. : 10599cal.

» Avec formation d'urée : pour 1gr de fibroïne (perte, 1020) : 4077cal; pour 1gr de carbone (perte, 2120) : 8479cal.

---

(1) Donnée par M. Schützenberger.

» XIV. LAINE dégraissée à l'éther (donnée par M. Schützenberger), séchée à 115°. — *Composition* de l'échantillon :

C = 50,16, H = 6,93, Az = 18,19, S = 3,65, O = 20,97.

Cendres en plus : 0,64.

» *Chaleur de combustion.* — 3 combustions : 5557,9; 5509,3; 5559,2. Moyenne : 5564,2 à v. c.; 5567,3 à p. c.

» Rapportée à 1gr de carbone, etc. : 11099cal.

» Avec formation d'urée : pour 1gr de laine (perte, 1040) : 4537cal; pour 1gr de carbone, etc. (perte, 2090) : 9009cal.

» XV. CHITINE (homards et crabes) purifiée, séchée à 115°. — *Composition* de l'échantillon :

C = 46,82, H = 6,76, Az = 7,77, S = 0,15, O = 38,50.

» *Chaleur de combustion.* — 3 combustions : 4666,3; 4646,2; 4654,0. Moyenne : 4655 à v. c. et à p. c.

» Rapportée à 1gr de carbone, etc. : 9943cal.

» Avec formation d'urée : pour 1gr de chitine (perte, 420) : 4235cal; pour 1gr de carbone, etc. (perte, 900) : 9043cal.

» XVI. TUNICINE [enveloppes d'Ascidies (1), traitées par les acides et les alcalis, etc.], séchée à 115°. — *Composition* de l'échantillon :

C = 45,55, H = 6,60, Az = 1,88, S = 0,50, P = 0,14, O = 45,33.

» *Chaleur de combustion.* — 3 combustions : 4161,2; 4182,5; 4097,6. Moyenne : 4163,2 à v. c. et à p. c.

» Ces nombres sont peu différents de ceux de la cellulose, qui a donné 4210cal.

» Rapportée à 1gr de carbone : 9014cal.

» Avec formation d'urée : pour 1gr de tunicine (perte, 100) : 4063cal; pour 1gr de carbone (perte, 220) : 8794cal.

» Le Tableau suivant résume ces résultats :

Nom de la matière.	Chaleur de combustion pour 1gr matière.	Chaleur de combustion pour 1gr carbone de la matière.	Pour 1gr carbone de la matière, l'azote étant éliminé sous forme d'urée.	Déficit.
Albumine	5690	10991	9381	15 centièmes
Fibrine du sang	5532	10820	8970	17 »
Chair musculaire (dégraissée)	5731	10671	8841	17 »
Hémoglobine	5915	10617	8902	16 »
Caséine	5629	11080	9580	15 »

(1) Envoyées obligeamment par M. Marion.

Nom de la matière.	Chaleur de combustion pour 1gr matière.	pour 1gr carbone de la matière.	Pour 1gr carbone de la matière, l'azote étant éliminé sous forme d'urée.	Déficit.
Osséine	5414	10806	8976	17 centièmes
Chondrine	5346	10544	8924	15 »
Vitelline	5784,1	11166	8596	14 »
Jaune d'œuf	8124,2	12052	11632	5 »
Fibrine végétale	5836,5	10807	9047	16 »
Gluten brut	5994,8	10878	9338	14 »
Colle de poisson	5242	10800	8640	20 »
Fibroïne	5097	10599	8479	20 »
Laine	1567,3	11099	9009	19 »
Chitine	4655,5	9943	9043	9 »
Tunicine	4163,2	9014	8794	2,4 »

» La valeur moyenne de la chaleur de combustion pour les *corps albuminoïdes* susceptibles de jouer un rôle alimentaire, tels que l'albumine, la fibrine du sang, l'hémoglobine, la chair musculaire, la caséine, l'osséine, la vitelline, la fibrine végétale, est, pour 1gr de matière : 5691cal, et pour un poids de ces substances contenant 1gr de carbone : 10870cal; valeurs moyennes, qui peuvent être adoptées pour les principes albuminoïdes en général.

» La déperdition de chaleur due à l'élimination de l'azote sous forme d'urée s'élève en moyenne à 16 centièmes, ou à un sixième environ de la chaleur de combustion totale de ces diverses substances.

» Envisageons maintenant la chaleur de combustion moyenne des hydrates de carbone et celle des corps gras. D'après les déterminations de MM. Berthelot et Vieille, elle s'élève à 682cal pour les poids moléculaires des hydrates de carbone qui renferment 12 équivalents (6 atomes) de carbone : ce qui fait pour le poids de ces matières renfermant 1gr de carbone, 9470cal. Ce chiffre, rapporté à l'unité de poids des aliments, varie nécessairement en raison de l'état d'hydratation différente des hydrates de carbone, selon qu'ils sont introduits à l'état de fécule, de sucre de cannes, de glucose, etc., état dont il est nécessaire de tenir compte dans les calculs; cet état d'hydratation inégal ne modifie d'ailleurs que dans une faible proportion la chaleur de combustion d'un poids donné de carbone dans les hydrates : on remarquera qu'il surpasse d'un cinquième environ la chaleur de combustion du carbone élémentaire contenu dans cet ordre

de composés : j'ai déjà insisté sur cet excédent thermique, qui répond à une réserve d'énergie remarquable, origine de la chaleur dégagée dans la plupart des fermentations.

» Venons aux *corps gras* proprement dits. Leurs chaleurs de combustion sont comprises, d'après les déterminations connues, entre 12200^{cal} et 12500^{cal} environ, pour chaque gramme de carbone contenu dans le principe hydrocarboné. Ce sont nécessairement les plus fortes chaleurs de combustion, attendu qu'il s'agit de corps ne renfermant que peu d'oxygène déjà combiné et susceptible de faire disparaître en tout ou partie l'influence calorifique de l'hydrogène. La valeur calorimétrique des corps gras est donc maximum; mais aussi ce sont eux qui absorbent la dose la plus forte d'oxygène.

» Ainsi les trois nombres suivants : 12400^{cal} pour les corps gras, 10870^{cal} pour les albuminoïdes, 9470^{cal} pour les hydrates de carbone, représentent le pouvoir calorifique respectif des poids de ces diverses matières contenant 1^{gr}, c'est-à-dire une même proportion de carbone. Si l'on préférait rapporter ce pouvoir à 1^{gr} des principes eux-mêmes, supposés privés de l'eau qu'ils perdent vers 120°, on aurait à peu près 9400^{cal} pour les corps gras, 5700 pour les albuminoïdes, 4200 pour les hydrates de carbone (fécule et congénères).

» Mais parmi les nombres ainsi calculés dans l'hypothèse d'une combustion totale, ceux qui concernent les albuminoïdes sont trop forts d'un sixième, lorsqu'on envisage ces corps comme producteurs de chaleur animale; tandis que les quantités relatives aux hydrates de carbone et aux corps gras s'appliquent intégralement à la génération de cette chaleur.

» Ces données sont vérifiables par un organisme en pleine activité, qui consomme ses aliments, les brûle complètement (l'urée exceptée), et se retrouve chaque jour, et après une série de jours, dans un état identique à celui qu'il présentait à l'origine.

» Mais il en serait autrement pour un organisme malade ou affaibli, et qui ne brûlerait pas complètement les matières alimentaires introduites du dehors. Les troubles qui en résultent peuvent être soit généraux, soit locaux; ils sont généraux pour les organismes qui n'ont plus, faute d'un exercice musculaire et d'une activité respiratoire suffisants, la propriété de brûler suffisamment les corps gras : ceux-ci se déposent alors de tous côtés et encombrent l'organisation, sous forme adipeuse, les tissus musculaires en particulier; les aliments gras, qui possèdent la puissance calorifique la plus considérable, sont aussi ceux qui cessent les premiers de fournir leur énergie à une organisation affaiblie.

» Un déficit thermique considérable se produit également, lorsque l'organisation élimine des hydrates de carbone, ne développant plus à un degré suffisant les agents capables de détruire les hydrates introduits par l'alimentation, ainsi que ceux qu'elle fabrique elle-même dans le tissu hépatique. De là une diminution dans la production de la chaleur animale, diminution qui paraît liée, plus spécialement que la précédente, avec l'état pathologique d'un système d'organes particuliers.

» Ces observations s'appliquent également, pour une part au moins, à la combustion incomplète des principes azotés, lorsqu'ils sont introduits en trop grande abondance par une alimentation excessive, dans un organisme affaibli; ils ne se brûlent plus alors complètement dans l'ensemble de l'économie. L'insuffisance fonctionnelle des organes qui procèdent à l'élaboration finale, celle des reins en particulier, concourt à en permettre l'élimination : parfois sous forme d'albumine non élaborée, dans les cas les plus graves, et d'une façon plus générale sous la forme de produits incomplètement brûlés, tels que l'acide urique, produits dont le séjour et la diffusion dans l'organisme développent de graves perturbations.

» Remarquons que ces perturbations coïncident avec une diminution dans la puissance génératrice de chaleur de l'organisme, qui devient en même temps de plus en plus sensible aux influences extérieures de refroidissement. Par le seul fait que la machine animale produit une dose de chaleur insuffisante, elle devient de moins en moins apte à fonctionner et à brûler ultérieurement les aliments; en vertu de ces enchaînements vicieux, si fréquents dans la mécanique ordinaire, aussi bien que dans la mécanique humaine.

» Les données nouvelles exposées dans ce travail, relativement à la chaleur animale, comportent beaucoup d'autres applications; mais il suffira des indications précédentes pour donner une première idée du rôle véritable des divers groupes de matières alimentaires, au point de vue des énergies physiologiques dont elles sont l'origine. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Quelques remarques au sujet des fonctions sphériques*. Note de M. E. **Beltrami**.

« On sait que l'équation différentielle

$$(a) \qquad (1 - x^2)\frac{d^2R_n}{dx^2} - 2x\frac{dR_n}{dx} + n(n+1)R_n = 0$$

est satisfaite, soit par $R_n = P_n(x)$, soit par $R_n = Q_n(x)$, P_n et Q_n étant respectivement les deux fonctions sphériques de l'ordre n, de première et de seconde espèce. Il y a souvent avantage à remplacer cette équation unique, de second ordre, par les deux suivantes, de premier ordre,

$$(b) \qquad \frac{dR_{n-1}}{dx} = x\frac{dR_n}{dx} - nR_n, \qquad \frac{dR_n}{dx} = x\frac{dR_{n-1}}{dx} + nR_n,$$

dont elle est une conséquence nécessaire. Ces deux équations (b) sont connues : mais on se borne ordinairement à les vérifier séparément pour les P_n et les Q_n (*voir*, par exemple, les importantes *Recherches* de M. J.-E. Neumann, publiées en 1878), tandis qu'on peut, ainsi que je l'ai montré ailleurs (*Inst. Lomb.*, 1887), les déduire directement de l'équation de second ordre, sans se rapporter nullement aux propriétés particulières des P_n et des Q_n. Il y a seulement une remarque à faire, lorsque la question est envisagée à ce point de vue : c'est que R_n n'est pas, comme P_n et Q_n, une fonction entièrement déterminée de la variable; elle admet, au contraire, l'expression générale $R_n = AP_n + BQ_n$, A et B étant des constantes arbitraires. Il suit de là que, si l'on se sert, par exemple, des formules (b) pour exprimer R_n au moyen de R_{n-1}, ce qui se fait en éliminant $\frac{dR_n}{dx}$ et en tirant

$$nR_n = nxR_{n-1} - (1 - x^2)\frac{dR_{n-1}}{dx},$$

l'expression que l'on obtient de la sorte pour R_n contient les mêmes constantes que R_{n-1}. Mais ceci n'est pas un inconvénient, lorsque ces deux fonctions sont considérées indépendamment l'une de l'autre : il suffit de se rappeler que les deux constantes peuvent, pour chaque valeur de n, prendre toutes les valeurs possibles.

» Pour montrer quelque application utile des formules (b), posons

$$U_n = (1 - x^2)^{\frac{n+1}{2}} R_n, \qquad V_n = (1 - x^2)^{-\frac{n}{2}} R_n,$$

et remarquons que lesdites formules, multipliées respectivement par les puissances $\frac{n-2}{2}$ et $-\frac{n+2}{2}$ de $1 - x^2$, se transforment dans les suivantes :

$$nU_n = -(1 - x^2)^{\frac{3}{2}}\frac{dU_{n-1}}{dx}, \qquad nV_{n-1} = (1 - x^2)^{\frac{3}{2}}\frac{dV_n}{dx}.$$

» Or, si l'on suppose, comme d'habitude, $x = \cos\theta$, on a

$$\frac{dx}{(1-x)^{\frac{3}{2}}} = d\frac{x}{\sqrt{1-x^2}} = d\cot\theta;$$

par suite, en posant

$$\cot\theta = z,$$

d'où

$$\cos\theta = x = \frac{z}{\sqrt{z^2+1}}, \qquad \sin\theta = \sqrt{1-x^2} = \frac{1}{\sqrt{z^2+1}},$$

on obtient les équations très simples

$$(c) \qquad U_n = -\frac{1}{n}\frac{dU_{n-1}}{dz}, \qquad V_{n-1} = \frac{1}{n}\frac{dU_n}{dz}.$$

» La première de ces équations permet immédiatement de calculer U_n au moyen de U_0, par la formule

$$U_n = \frac{(-1)^n}{1.2\ldots n}\frac{d^n U_0}{dx^n};$$

et cette formule permet à son tour d'établir l'égalité

$$\sum_0^\infty \alpha^n U_n = \sum_0^\infty \frac{(-\alpha)^n}{1.2\ldots n}\frac{d^n U_0}{dz^n},$$

savoir

$$(d) \qquad \sum_0^\infty \alpha^n U_n = U_0(z-\alpha),$$

où α doit être choisi de manière à assurer la convergence de la série et où le second membre est censé représenter le résultat de la substitution de $z-\alpha$ à la place de z en $U_0(z)$.

» Il est d'ailleurs très facile de déterminer directement U_0. En effet, les fonctions U_n, V_n étant reliées par l'équation

$$U_n = (z^2+1)^{-\frac{2n+1}{2}} V_n,$$

il est aisé de parvenir, à l'aide de (c), aux équations séparées

$$(z^2+1)\frac{d^2U_{n-1}}{dz^2} + (2n+1)z\frac{dU_{n-1}}{dz} + n^2 U_{n-1} = 0,$$

$$(z^2+1)\frac{d^2V_n}{dz^2} - (2n-1)z\frac{dV_n}{dz} + n^2 V_n = 0.$$

» De la seconde de celles-ci, on tire pour $n = 0$

$$V_0 = A + B \log(z + \sqrt{z^2 + 1})$$

et, par suite,

$$U_0 = \frac{A + B \log(z + \sqrt{z^2 + 1})}{\sqrt{z^2 + 1}},$$

c'est-à-dire

$$U_0 = A \sin\theta + B \sin\theta \log\cot\frac{\theta}{2}.$$

» Soit, par exemple, $R_n = P_n$. On a alors

$$U_n = \sin^{n+1}\theta \, P_n, \qquad U_0 = \sin\theta = \frac{1}{\sqrt{z^2 + 1}},$$

$$U_0(z - \alpha) = \frac{1}{\sqrt{(z - \alpha)^2 + 1}} = \frac{\sin\theta}{\sqrt{1 - 2\alpha \sin\theta \cos\theta + \alpha^2 \sin^2\theta}}.$$

» La série (d) est convergente si $\mathrm{mod}(\alpha \sin\theta) < 1$ et, dans cette hypothèse, on a le développement

$$\sum_0^\infty \alpha^n \sin^n\theta \, P_n = \frac{1}{\sqrt{1 - 2\alpha \sin\theta \cos\theta + \alpha^2 \sin^2\theta}},$$

qui, en écrivant α à la place de $\alpha \sin\theta$, reproduit la série classique. On obtient en même temps une expression de P_n, qui peut s'écrire

$$P_n = \frac{(-1)^n}{1.2\ldots n} \frac{1}{\sin^{n+1}\theta} \frac{d^n(\sin\theta)}{d(\cot\theta)^n}.$$

» On aurait des résultats analogues pour les Q_n, en posant

$$U_n = \sin\theta \log\cot\frac{\theta}{2}.$$

Les expressions ainsi obtenues pour P_n et Q_n rentrent dans les formules plus générales que M. C. Neumann a établies, par une méthode différente, dans l'Addition à son remarquable Mémoire de 1886 *Sur les fonctions sphériques* (*Académie royale de Saxe*).

» Les deux fonctions

$$\frac{R_{n-1} + R_n}{2} = S_n, \qquad \frac{R_{n-1} - R_n}{2} = T_n$$

satisfont, en vertu des formules (b), combinées par addition et par sous-

traction, aux équations

$$(1-x)\frac{dS_n}{dx}+nT_n=0, \qquad (1+x)\frac{dT_n}{dx}-nS_n=0$$

et, par conséquent, aux équations séparées

$$(1-x^2)\frac{d^2S_n}{dx^2}-(1+x)\frac{dS_n}{dx}+n^2S_n=0,$$
$$(1-x^2)\frac{d^2T_n}{dx^2}+(1-x)\frac{dT_n}{dx}+n^2T_n=0.$$

» La première de ces fonctions a un grand intérêt (dans le cas où $R_n=P_n$), parce que sa dérivée représente, comme on sait, la somme

$$\sum_0^{n-1}(m+\tfrac{1}{2})P_m,$$

que l'on rencontre dans l'étude du développement de Laplace, borné aux n premiers termes. L'équation de deuxième ordre en S_n pourrait servir à calculer une valeur approchée de cette fonction pour n très grand; mais je crois que l'expression la plus convenable de S_n est celle qui se tire de l'une des deux formules connues (simplifiées de celles de Dirichlet) que M. Mehler a données pour P_n, je veux dire la suivante ($n>0$) :

$$S_n=\frac{2}{\pi}\int_\theta^\pi\frac{\sin nu\cos\frac{u}{2}\,du}{\sqrt{2(\cos\theta-\cos u)}}.$$

» Si, en effet, supposant $\theta>0$, on écrit cette expression sous la forme

$$S_n=\frac{1}{\pi}\int_\theta^\pi\frac{\sin nu}{\sin\frac{u}{2}}\frac{\sin u\,du}{\sqrt{2(\cos\theta-\cos u)}},$$

et si l'on se rappelle le contenu de l'*Addition* au célèbre Mémoire de Dirichlet sur le développement de Laplace (où l'exemple que cite l'illustre auteur est bien près de celui que fournit l'intégrale qui précède), on reconnaît de suite que $\lim S_n=0$ pour $n=\infty$: tandis que pour $\theta=0$, on a $S_n=1$ quel que soit n. Cette remarque, associée à l'emploi (que MM. Dini, Darboux et C. Neumann ont fait avec tant de succès) des théorèmes de moyennes, permet, ce me semble, de simplifier l'étude du développement dont il s'agit, en la rapprochant étroitement de celle du développement de Fourier. »

PATHOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Remarques sur la perte de la virulence dans les cultures du* Bacillus anthracis *et sur l'insuffisance de l'inoculation comme moyen de l'apprécier.* Note de M. S. Arloing.

« On sait que, dans une culture du *Bacillus anthracis* abandonnée à elle-même, la virulence disparaît au bout d'un temps plus ou moins long, variable suivant des conditions intrinsèques et extrinsèques encore mal déterminées. Mais on n'a peut-être pas accordé aux détails de ce phénomène toute l'importance qu'ils méritent. Nous désirons nous appesantir sur eux dans cette Note.

» Ainsi, pendant que la virulence diminue, des bacilles charbonneux, en nombre sans cesse croissant, perdent leur pouvoir végétatif et meurent, de sorte qu'à un moment donné il ne reste plus dans le ballon que de rares bacilles qui possèdent encore, mais non intactes, la virulence et la végétabilité. A cette phase, une inoculation ordinaire peut être incapable de déceler l'activité pathogène qui gît encore dans la culture. Pour la révéler, il faut employer la méthode des cultures ou l'inoculation à fortes doses.

» Voici les faits sur lesquels reposent les assertions susénoncées :

» Le 14 mai 1889, je possédais une culture très virulente de *Bacillus anthracis* dans du bouillon de bœuf, dont la semence avait été retirée du cadavre d'un mouton charbonneux. Elle resta dans l'étuve à $+ 32°$ jusqu'au 1er août. A cette date, elle fut retirée de l'étuve et conservée dans une pièce relativement fraîche, à l'abri de la lumière. Au mois de décembre de la même année, j'inoculai une, deux et trois gouttes de cette culture, très riches en bacilles sporulés, sous la peau de la cuisse de plusieurs cobayes adultes. Non seulement ces animaux résistèrent à l'inoculation, mais ils ne présentèrent aucun gonflement œdémateux de la région inoculée. Sur de jeunes cobayes de quatre à cinq jours, j'obtins le même insuccès.

» J'aurais pu croire que la culture du 14 mai avait perdu complètement toute virulence et que, probablement, les bacilles qu'elle tenait en suspension étaient morts. Pourtant, deux gouttes déposées dans du bouillon de bœuf salé, phosphaté, mais non peptoné, de fabrication récente, donnèrent dès le lendemain une assez belle culture. La végétabilité ne s'était donc pas entièrement retirée de la culture du 14 mai.

» Deux jours plus tard, inoculant comparativement, sur le lapin et le cobaye, la culture du 14 mai et la culture nouvelle, fille de la précédente,

je m'aperçus que la première paraissait toujours inactive, tandis que la seconde entraînait la mort des inoculés dans les délais habituels et causait au point d'insertion des accidents phlogogènes très marqués.

» Il me parut difficile d'admettre que la virulence des vieux bacilles s'était brusquement relevée en une seule génération dans un milieu nutritif ordinaire. J'inclinai à croire que la virulence, au lieu d'être atteinte dans toute la vieille culture, subsistait encore à un degré suffisant pour tuer le cobaye, alliée à une certaine végétabilité, dans quelques rares bacilles, lesquels faisaient souche dans une culture nouvelle.

» J'ai vérifié les deux parties de cette hypothèse de la manière suivante :

» 1° J'inoculai des cobayes avec deux, quatre, huit et dix gouttes de la culture du 14 mai.

» Les deux premiers furent inoculés en un seul point; les deux autres reçurent la dose, par moitié, à la face interne de chaque cuisse. Les n°s 1, 2, 3 résistèrent à l'inoculation; le n° 4 présenta, au bout de deux jours, un gonflement unilatéral et mourut du troisième au quatrième jour après l'inoculation. Ainsi se trouva démontrée la persistance de l'activité pathogène dans quelques bacilles seulement.

» 2° Je pris ensuite douze ballons chargés de bouillon neuf. Dans le ballon n° 1, je semai une goutte de la vieille culture. J'agitai, puis je prélevai une goutte que je déposai dans le ballon n° 2. J'opérai de la même manière avec le ballon n° 2, et ainsi de suite jusqu'au douzième. Si la végétabilité subsiste dans tous les bacilles, disais-je, plusieurs ballons se peupleront, sinon, la végétabilité sera presque aussi rare que la virulence. Or un seul ballon, le n° 1, se troubla.

» A titre de contre-épreuve, je pris une goutte de culture rajeunie et je la répartis dans les ballons stériles de l'expérience précédente, par le même procédé; les quatre premiers ballons se troublèrent. Plus de doute, la végétation n'était plus l'apanage que d'un petit nombre de bacilles.

» Mais il ne faudrait pas induire de ce résultat que le pouvoir végétatif fût entier dans les bacilles rajeunissables; il était, au contraire, fortement amoindri. Toutefois, il suffisait d'une génération dans le bouillon neuf pour qu'il reprît son intensité normale. En effet, une goutte de la culture du 14 mai, déposée dans un bouillon vieux et faible, ne fournit pas trace de prolification; tandis qu'une goutte de culture rajeunie pullula assez bien dans ce milieu défavorable et, en tous cas, aussi bien que des bacilles puisés dans le sang d'un mouton mort du charbon. Je remarquai, en outre,

que la virulence des bacilles rajeunis se maintint pendant trois générations à l'intérieur du bouillon vieux et faible.

» A cette occasion, je me suis assuré que, si les bacilles affaiblis ne végétaient pas dans ce bouillon, il fallait en accuser la présence de matières empêchantes plutôt que la rareté des éléments nutritifs, car deux à cinq gouttes de bouillon neuf, ajoutées à 10^{cc} d'eau distillée, suffisaient à leur préparer un milieu nourricier.

» En résumé :

» Dans une culture, les bacilles ne possèdent pas la même virulence et la même puissance végétative.

» Le vieillissement se fait d'abord sentir sur les bacilles les plus faibles, de sorte qu'une culture abandonnée à elle-même s'appauvrit en organismes virulents et féconds.

» A un moment donné, l'inoculation à petite dose ne peut plus déceler les vestiges de la virulence. Néanmoins, la culture permet de récolter toute une génération de bacilles virulents.

» Les procédés d'atténuation reposant tous sur l'emploi de causes de destruction, des phénomènes analogues doivent se produire dans les cultures atténuées et avec elles, surtout dans les cas où l'atténuation est obtenue rapidement.

» Conséquemment, dans l'étude des influences capables de restituer la virulence à des cultures atténuées, il faudra tenir compte d'une sélection spontanée d'agents virulents dans les cultures de restauration, à la façon de celle que nous venons de décrire. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Correspondant pour la Section de Physique, en remplacement de feu M. *Terquem*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 53,

M. Amagat obtient	. . . .	24 suffrages.
M. Bichat »	. . . .	22 »
M. Raoult »	. . . .	6 »

Il y a un bulletin blanc.

Aucun candidat n'ayant réuni la majorité absolue des suffrages, il est procédé à un second tour de scrutin.

Au second tour de scrutin, le nombre des votants étant 52,

M. Amagat obtient . . . . 29 suffrages.
M. Bichat » . . . . 22 »

Il y a un bulletin blanc.

M. **Amagat**, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'une Commission qui sera chargée de présenter une liste de candidats pour une place d'Académicien libre, laissée vacante par le décès de M. *Cosson*.

Cette Commission doit se composer de deux Membres pris dans les Sections de Sciences mathématiques, de deux Membres pris dans les Sections de Sciences physiques, de deux Membres libres et du Président en exercice.

Les Membres qui réunissent la majorité des suffrages sont :

Pour les Sciences mathématiques. . . M. **Bertrand**, M. **Faye**.
Pour les Sciences physiques. . . . . M. **Berthelot**, M. **Fremy**.
Parmi les Académiciens libres . . . M. **Lalanne**, M. **de Freycinet**.

RAPPORTS.

ASTRONOMIE. — *Rapport sur un Mémoire de M.* Cellérier, *intitulé : « Sur les variations des excentricités et des inclinaisons ».*

(Commissaires : MM. Bertrand, Tisserand, Poincaré rapporteur.)

« Le travail de M. Cellérier, qu'il n'a pas publié de son vivant, remonte à une date déjà fort ancienne. Il en résulte que quelques-uns des résultats qui y sont contenus, et qui étaient nouveaux à l'époque où l'auteur a écrit son Mémoire, ne le sont plus aujourd'hui et ont été retrouvés depuis par d'autres savants; la forme que leur donne le géomètre genevois et la façon dont il les rattache les uns aux autres leur conservent néanmoins toute leur valeur, et la publication de ce Mémoire si longtemps inédit serait encore utile à la Science, si même il ne lui prouvait aucune conquête nouvelle. Mais un examen plus approfondi va nous faire voir qu'il n'en est pas ainsi.

» Au début de son travail, M. Cellérier établit les équations du mouvement troublé par une cause quelconque : je signalerai dans ce premier paragraphe la détermination d'une limite de convergence pour la série de Lagrange ; nous connaissons aujourd'hui une limite plus précise ; mais, grâce à la faiblesse des excentricités dans le système solaire, celle que l'auteur découvre peut suffire à l'objet qu'il se propose.

» Appliquant ensuite ses formules aux perturbations planétaires, l'habile géomètre étudie avec soin le développement de la fonction perturbatrice, les conditions de sa convergence et la grandeur de chacun de ses termes. Cette discussion approfondie intéressera tous les astronomes.

» La partie la plus remarquable du Mémoire est le Chapitre consacré à l'étude des variations séculaires et des équations différentielles qui les définissent.

» Au sujet de ces équations, une question importante pouvait se poser. Si l'on néglige les termes du troisième ordre, la solution générale de ces équations ne contient que des termes périodiques ; les fondateurs de la Mécanique céleste avaient démontré ce théorème et ils y attachaient un grand prix, parce que la stabilité du système solaire leur paraissait ainsi assurée. Qu'arrive-t-il cependant si l'on tient compte des termes du troisième ordre et si les équations cessent ainsi d'être linéaires ? Le Verrier avait abordé cette question et n'avait pu la résoudre complètement. M. Cellérier établit d'une façon rigoureuse que la solution générale conserve la forme périodique, quand on néglige seulement les termes du cinquième ordre. Sans doute, nous pouvions aisément, après les travaux de MM. Gyldén et Lindstedt, prévoir ce résultat ; mais, si l'on veut apprécier le mérite de M. Cellérier, on doit considérer que son travail a été rédigé avant les importantes publications des deux savants suédois ; et d'ailleurs les astronomes, habitués aux méthodes anciennes, ne verront pas sans intérêt la question traitée dans l'esprit de ces méthodes.

» Dans le dernier Chapitre, l'auteur étudie les inégalités séculaires qui sont du second ordre par rapport aux masses ; ce sujet délicat est traité à fond, et les propriétés d'une fonction qui joue un grand rôle dans ce calcul sont mises en évidence. Ce Chapitre se termine par une démonstration du théorème de Poisson.

» Au Mémoire principal est annexé un Appendice où M. Cellérier s'occupe du calcul des inégalités périodiques et qui contient un grand nombre de résultats nouveaux.

» En résumé, le Mémoire du mathématicien genevois intéressera les astronomes et les géomètres, tant par les théorèmes nouveaux qu'il con-

tient que par la parfaite clarté de la forme et par le soin avec lequel sont menées les discussions. En semblable matière, il importe de se rendre compte à chaque instant de la grandeur de chacun des termes qui entrent dans les formules, afin de savoir quels sont ceux que l'on peut négliger sans crainte et sur quelle approximation on peut compter : c'est ce que M. Cellérier n'oublie jamais, et c'est une des raisons pour lesquelles son travail sera toujours lu avec profit.

» La Commission estime en conséquence qu'il y a lieu de proposer à l'Académie l'insertion de ce Mémoire dans le *Recueil des Savants étrangers.* »

Les conclusions de ce Rapport sont mises aux voix et adoptées.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

ÉLECTRICITÉ. — *Sur les champs de rotation magnétique.* Note de M. W. de Fonvielle.

(Commissaires : MM. Cornu, Mascart, Lippmann.)

« Un électro-aimant alternatif ayant été disposé pour répéter les expériences de M. Elihu Thompson, j'ai profité de l'obligeance de M. Ducretet pour comparer les effets présentés à l'Exposition universelle du Champ-de-Mars avec ceux que j'ai montrés à l'Académie des Sciences, à plusieurs reprises depuis dix ans, et sous différentes formes au fond identiques.

» Les disques de cuivre et les disques de fer peuvent être actionnés par une même bobine, mais on doit placer les premiers horizontalement et les seconds verticalement. Les uns et les autres ne tournent que parce que le champ dans lequel ils sont placés n'est point symétrique. Mais dans le cas du cuivre, ce défaut de symétrie est obtenu par l'interposition d'une plaque de même métal, arrêtant l'action répulsive comme l'écran intercepte l'extra-courant dans les appareils physiologiques à graduation. Au contraire, dans le cas du fer, la dyssymétrie est réalisée par le prolongement du noyau magnétique, introduisant excentriquement de nouvelles attractions dans le champ. Il n'est pas sans intérêt de rappeler que dans l'expérience de mars 1880, présentée avec Lontin, on détruisait la symétrie du champ par un aimant permanent. Mais cette différence n'empêche pas l'explication donnée alors par Jamin de s'appliquer aux autres cas, sans y rien changer, même quand on devrait tenir compte accessoirement des courants de Foucault, développés dans la masse du fer. Si l'on prend à la

main le disque en fer influencé, on sent la force attractive, produite lors de chaque émission double du courant, agir impulsivement et dans une direction passant en dehors de l'axe de rotation. En outre, dans sa Communication du 11 avril, M. Borgman vient d'indiquer une méthode qui permet de constater directement et même de mesurer une attraction exercée sur le fer et une répulsion sur le cuivre.

» Ces phénomènes si curieux et si multiples, et susceptibles de tant d'applications, semblent donc être expliqués, d'une façon complète, sans avoir recours à des conceptions nouvelles et uniquement à l'aide des lois de l'induction et de l'attraction magnétiques, qui ont permis aux physiciens de réaliser tant de merveilles depuis une cinquantaine d'années.

» M. Ducretet a imaginé un moyen aussi simple qu'élégant d'explorer le champ de l'induction, avec une équerre en fer doux, dont il fait varier la position par rapport au noyau de l'électro-aimant alternatif. »

M. **Léo Vignon** adresse des observations relatives à la Note que M. *Arachequesne* a communiquée à l'Académie, le 24 mars dernier, « Sur le dosage de l'acétone par l'iodoforme », et réclame la priorité des modifications qu'il a introduites dans ce procédé de dosage pour les méthylènes riches en acétone.

(Commissaires : MM. Schützenberger, Gautier.)

MM. **A. Berrus** et **P. Berthot** soumettent au jugement de l'Académie un Mémoire « Sur une roue hydraulique horizontale à palettes mobiles et à mouvement automatique ».

(Commissaires : MM. Resal, Lévy, Sarrau, Boussinesq.)

CORRESPONDANCE.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les intégrales algébriques des équations différentielles du premier ordre*. Note de M. **Painlevé**, présentée par M. Picard.

« Soit

$$y' = \frac{P(y, x)}{Q(y, x)} \tag{1}$$

une équation du premier ordre et du premier degré. Si son intégrale est algébrique, elle peut s'écrire

$$(2)\qquad \frac{M(y, x)}{N(y, x)} = A,$$

A désignant une constante, M et N deux polynômes en x, y de degré m. Chaque intégrale définit une courbe C de degré m; en un point (x, y) du plan des (x, y), passe une courbe C et une seule, à moins que ce point ne soit un des points $M_i(x_i, y_i)$, commun aux deux courbes

$$P = 0, \qquad Q = 0.$$

» Deux courbes C quelconques ont m^2 points communs (en tenant compte de leur degré de multiplicité), et ces points font partie des points M_i.

» Pour éviter toute difficulté relative aux points à l'infini, effectuons sur les variables x, y la transformation homographique (à deux variables) la plus générale : ce qui revient à employer la notation homogène de Clebsch. Tous les points M_i sont alors à distance finie. On peut, par la méthode de Briot et Bouquet, étudier, dans le voisinage de x_i, les intégrales y égales à y_i pour $x = x_i$; ces intégrales doivent être algébriques. De plus, parmi ces points M_i, un au moins doit être commun à toutes les courbes C. Considérons seulement les points M'_i qui jouissent de cette propriété.

» Les intégrales $y(x)$, égales à y_i pour $x = x_i$, se divisent en un certain nombre ν de classes; une intégrale de chaque classe est de la forme

$$g = a_0 x^{\frac{p}{q}} + a_1 x^{\frac{p'}{q}} + \ldots,$$

a_0, a_1, ... dépendant d'une constante, p et q étant des entiers. Une branche au moins de chaque espèce fait partie d'une quelconque des courbes C, et l'on a ainsi une limite inférieure de l'ordre de multiplicité du point (x_i, y_i) des courbes C. Mais λ branches de la même espèce peuvent appartenir à la même courbe C. Si donc μ désigne l'ordre de multiplicité d'une seule branche, la somme $\Sigma\lambda\mu$, étendue aux ν classes, donne l'ordre de multiplicité du point M_i des courbes C. Il est facile également de calculer, en fonction des nombres λ (qu'on ne saurait, en général, déterminer *a priori*), l'ordre de multiplicité α_i de l'intersection de deux courbes C en M'_i. On doit avoir

$$\Sigma\alpha_i = m^2.$$

» Cette égalité permet de résoudre la question suivante ([1]) : *Reconnaître si l'intégrale d'une équation* (1) *est une courbe algébrique dont les points multiples n'admettent pas plus de k branches distinctes* (*k est donné*).

» D'autre part, on peut calculer la classe des courbes C en fonction des nombres λ de deux manières : par la première formule de Plücker, et en se servant de l'équation (1). On obtient ainsi une nouvelle relation entre le nombre m et les nombres λ. En utilisant de même les deux dernières formules de Plücker, on forme en tout quatre relations auxquelles il convient de joindre l'inégalité

$$\frac{(m-1)(m-2)}{2} - \Sigma \frac{d(d-1)}{2} < 0.$$

[Cette inégalité et les trois dernières relations s'appliquent aussi bien à la recherche d'une intégrale algébrique particulière de l'équation (1).]

» Dans certains cas, ces équations suffisent à déterminer une limite supérieure des nombres m et λ, par suite à trouver des intégrales algébriques de (1). Mais on peut montrer que, *s'il en est ainsi, le genre de ces intégrales ne peut dépasser l'unité.*

» Une autre méthode permet de *trouver toutes les intégrales algébriques de genre donné qui vérifient l'équation donnée* (1). A l'aide d'une substitution de Cremona, on ramène d'abord tous les points M_i à coïncider avec l'origine O. Dans ces conditions, les intégrales de (1) ne peuvent avoir de point multiple en dehors de l'origine. Soient m le degré d'une intégrale algébrique, μ l'ordre de multiplicité du point O. Si μ n'est pas supérieur à 1, on a aussitôt une limite supérieure de m, par l'équation

$$(m-1)(m-2) = 2p.$$

Si μ est quelconque, on pose

$$n = (m-1) - \mu.$$

([1]) Une égalité analogue, étendue à tous les points M_i, permet de reconnaître si l'équation (1) admet *plus d'une* intégrale algébrique particulière, dont les points multiples aient moins de k branches distinctes. Dans le cas où il n'existe aucun point M'_i, c'est-à-dire aucun point commun à toutes les intégrales, la même question se résout sans connaître le nombre k.

et, par suite,

$$n(\mu - 1) + \mu n + n^2 = 2p.$$

» Si $p = 0$, $n = 0$; si p n'est pas nul, n est au moins égal à 1; on a $n^2 < 2p$, $\mu < p$. Si donc μ est quelconque, on a une limite supérieure de m et de μ.

» Si $p = 0$, il suffit de poser $\frac{y}{x} = t$, pour être ramené à chercher les intégrales rationnelles de l'équation en t et x. C'est une question que nous avons résolue précédemment (voir les *Comptes rendus*, janvier 1890). »

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Phénomènes solaires observés pendant l'annee* 1889. Note de M. TACCHINI.

« J'ai l'honneur d'envoyer à l'Académie une Note sur la distribution en latitude des phénomènes solaires observés pendant l'année 1889; voici les résultats qui se rapportent à chaque zone de 10° dans les deux hémisphères du Soleil :

Protubérances.

1889.	1er trimestre.		2e trimestre.		3e trimestre.		4e trimestre.	
90° + 80°....	0,007		0,000		0,000		0,000	
80 + 70....	0,003		0,000		0,004		0,000	
70 + 60....	0,003		0,046		0,004		0,000	
60 + 50....	0,017		0,057		0,047		0,000	
50 + 40....	0,087	0,347	0,057	0,377	0,098	0,286	0,080	0,230
40 + 30....	0,073		0,068		0,059		0,090	
30 + 20....	0,030		0,046		0,081		0,040	
20 + 10....	0,073		0,023		0,030		0,010	
10 + 0....	0,053		0,080		0,025		0,010	
0 — 10....	0,063		0,023		0,064		0,020	
10 — 20....	0,073		0,134		0,059		0,040	
20 — 30....	0,097		0,080		0,106		0,040	
30 — 40....	0,140		0,068		0,174		0,150	
40 — 50....	0,217	0,653	0,227	0,623	0,216	0,714	0,380	0,770
50 — 60....	0,050		0,068		0,025		0,120	
60 — 70....	0,003		0,023		0,004		0,020	
70 — 80....	0,010		0,000		0,004		0,000	
80 — 90....	0,000		0,000		0,000		0,000	

» Les protubérances solaires ont toujours été plus fréquentes dans

l'hémisphère austral, avec cette particularité que la zone de la plus grande fréquence s'est conservée la même, entre les parallèles — 40° et — 50°.

Facules.

1889.	1er trimestre.		2e trimestre.		3e trimestre.		4e trimestre.	
50° + 40°....	0,000		0,000		0,020		0,000	
40 + 30....	0,000		0,000		0,041		0,000	
30 + 20....	0,000	0,677	0,000	0,250	0,041	0,286	0,174	0,435
20 + 10....	0,167		0,000		0,000		0,174	
10 + 0....	0,500		0,250		0,184		0,087	
0 — 10....	0,333		0,438		0,306		0,217	
10 — 20....	0,000		0,187		0,265		0,130	
20 — 30....	0,000	0,333	0,125	0,750	0,082	0,714	0,217	0,565
30 — 40....	0,000		0,000		0,041		0,000	
40 — 50....	0,000		0,000		0,020		0,000	

» Les facules présentent aussi pour l'année 1889 une plus grande fréquence dans l'hémisphère sud du Soleil, mais elles n'arrivent pas à des latitudes aussi élevées que les protubérances.

Taches.

1889.	1er trimestre.		2e trimestre.		3e trimestre.		4e trimestre.	
30° + 20°....	0,000		0,000		0,000		0,300	
20 + 10....	0,000	0,375	0,000	0,333	0,000	0,077	0,000	0,300
10 + 0....	0,375		0,333		0,077		0,000	
0 — 10....	0,625		0,667		0,461		0,300	
10 — 20....	0,000	0,625	0,000	0,667	0,154	0,923	0,000	0,700
20 — 30....	0,000		0,000		0,308		0,400	

» Les taches solaires ont été toujours plus fréquentes dans l'hémisphère austral, mais elles ne se présentent pas à des latitudes aussi élevées que les facules.

Éruptions.

1889.	1er trimestre.		2e trimestre.		3e trimestre.		4e trimestre.	
30° + 20°....	0,000		0,000		0,000		0,000	
20 + 10....	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
10 + 0....	0,000		0,000		0,000		0,000	
0 — 10....	1,000		0,500		0,500		0,000	
10 — 20....	0,000	1,000	0,000	1,000	0,000	1,000	0,000	0,000
20 — 30....	0,000		0,500		0,500		0,000	

» Les éruptions, très faibles et en très petit nombre, ont été entièrement observées dans l'hémisphère austral.

» Pendant l'année 1889 donc, tous les phénomènes solaires ont été bien plus fréquents dans l'hémisphère sud; les protubérances figurent, dans les deux hémisphères, à des latitudes très élevées qui ne présentaient ni taches, ni facules; en outre, on a des zones avec des facules sans taches, tandis que dans les zones des taches il y a aussi des facules. »

ÉLECTRICITÉ. — *Sur la polarisation des électrodes* (¹). Note de M. **Lucien Poincaré**, présentée par M. Lippmann.

« La polarisation maxima que peuvent acquérir des lames métalliques plongeant dans un électrolyte varie avec la température; on peut, dans le cas où l'électrolyte est un sel fondu, suivre cette variation dans un grand intervalle de température. Pour hâter l'établissement de cette polarisation maxima, il convient d'employer des fils fins et courts (²).

» Quand on se sert de fils d'argent, les résultats obtenus sont parfaitement concordants, et la variation est très régulière. On voit, par exemple, que la force électromotrice maxima de polarisation d'électrodes d'argent dans l'azotate de sodium pur fondu a pour valeur $0^{\text{volt}},33$ à 330°, puis elle décroît, n'est plus que $0^{\text{volt}},1$ à 440°, et tend vers zéro quand la température s'approche de la température de décomposition du sel (470°).

» Il y avait lieu de se demander si ce résultat est général et subsiste, d'une part quand on change la nature de l'électrolyte, d'autre part quand on emploie des électrodes formées de métaux différents.

» Si l'on remplace l'azotate de sodium par l'azotate de potassium, l'azotate d'ammonium, le chlorate de potassium, le chlorate de sodium, ou des mélanges d'azotates se décomposant à des températures variables, on constate encore que la polarisation de l'argent est nulle à la température de décomposition de l'électrolyte employé.

» On peut substituer aux fils d'argent des fils d'or ou de fer et recom-

---

(¹) Ce travail a été fait au laboratoire d'Enseignement physique à la Sorbonne.

(²) Il faudrait bien se garder d'employer comme cathode une électrode à la Wollaston, au moins dans le cas des sels alcalins, de l'azotate de sodium par exemple. Le sodium qui se rend au pôle négatif attaque le verre qui entoure le fil métallique, et le silicate formé donne naissance à un élément de pile.

mencer les mêmes expériences; la polarisation n'a pas la même régularité, mais les expériences se font encore aisément. Dans le nitrate de soude, par exemple, la valeur de la polarisation est sensiblement plus forte avec l'or, mais elle baisse quand la température augmente; elle a encore une valeur égale à $0^{volt},2$ à quelques degrés avant la décomposition, puis elle tombe à zéro quand les vapeurs rutilantes apparaissent.

» Cette chute est encore plus marquée dans le chlorate de potassium; quelques instants avant de se décomposer en donnant de l'oxygène, ce corps devient le siège d'une légère ébullition; la polarisation des fils d'or est encore voisine de $0^{volt},4$ à ce moment; mais, quand les bulles d'oxygène apparaissent, elle tombe brusquement au-dessous de $0^{volt},09$.

» On peut conclure de ces expériences que la polarisation des électrodes est nulle à la température de décomposition de l'électrolyte. Il est intéressant de rapprocher ce fait d'une remarque faite par M. Bouty (1) : dans l'acide azotique pur de concentration supérieure à 4 équivalents d'eau, si facilement décomposable, la polarisation d'électrodes de platine est extrêmement faible.

» Il n'est guère possible de donner, dans l'état actuel de nos connaissances sur les phénomènes de polarisation, une interprétation certaine de ces faits. Si l'on admet que le maximum de polarisation est égal ou supérieur à l'équivalent de l'énergie dépensée dans la réaction électrolytique, on serait amené à supposer que l'élévation de température tend à dissocier un sel en séparant les deux ions dont il est formé; si les produits de la décomposition observés sont parfois différents, le fait serait attribuable à des actions secondaires (qui se produisent d'ailleurs aussi bien dans l'électrolyse). La chaleur, dans cette hypothèse, donnerait naissance à une dissociation identique à celle que produirait une dissolution étendue d'après M. Arrhénius (2). »

CHIMIE. — *Sur la preparation et les propriétés du tétrafluorure de carbone.* Note de M. H. Moissan.

« Dans un travail précédent, nous avons indiqué l'existence de différents composés fluorés du carbone dont nous complétons l'étude. Ces

(1) *Mémoires du centenaire de la Société philomathique.*
(2) *Zeitschrift für physikalische Chemie*, 1887-1889.

composés sont gazeux; ils présentent un ensemble de réactions parallèles et, sous l'influence d'une température peu élevée, ils se décomposent et se polymérisent avec facilité. Ces propriétés rendent leur préparation difficile, et, en se plaçant dans les meilleures conditions possibles, le gaz obtenu doit être soumis à une suite de purifications.

» Nous indiquerons aujourd'hui les propriétés et les modes de formation du tétrafluorure de carbone.

» Ce gaz peut se produire dans différentes circonstances :

» 1° Par l'action du fluor à basse température sur le carbone.

» Pour effectuer cette synthèse, on purifie par le chlore, au rouge sombre, du charbon de bois très léger ou du noir de fumée, refroidi ensuite dans un courant d'azote. Ce carbone est placé dans un tube de platine, traversé par un courant de fluor pur assez rapide. Si le charbon est suffisamment poreux, il s'enflamme de suite et l'incandescence se maintient pendant toute la durée de la combinaison. Le mélange gazeux que l'on obtient dans ces conditions renferme une certaine quantité de tétrafluorure de carbone.

» 2° Par l'action du fluor sur le tétrachlorure de carbone.

» On sature le tétrachlorure de carbone placé dans un vase de platine et légèrement chauffé par un courant de fluor : il se dégage un mélange de chlore et de tétrafluorure de carbone. Une partie de ce dernier corps gazeux reste en solution dans l'excès du tétrachlorure. On recueille ce liquide dans un petit appareil de verre et on le porte à l'ébullition. Il se dégage du tétrafluorure gazeux, que l'on recueille sur le mercure.

» 3° Par l'action du fluor sur le chloroforme.

» A froid, le fluor est partiellement absorbé par le chloroforme, et il se produit différents composés, parmi lesquels le tétrafluorure de carbone, dont une partie reste en solution dans ce liquide. Si l'on chauffe le fluor vers 100°, au moment où il arrive dans le chloroforme liquide, la réaction se produit avec incandescence; une flamme entoure l'extrémité du tube de platine; il se dépose du charbon et il se produit du tétrafluorure de carbone.

» 4° En faisant arriver, au moyen d'un tube de platine, un courant de fluor dans une atmosphère de formène. La réaction se produit avec incandescence; il se dépose du charbon et il se forme différents fluorures de carbone, parmi lesquels le tétrafluorure.

» 5° Par l'action du fluorure d'argent sur le tétrachlorure de carbone. Cette réaction est celle qui permet d'obtenir le tétrafluorure de carbone avec le plus de facilité.

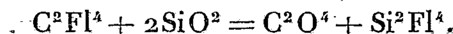
» On place le fluorure d'argent dans un tube en U, en laiton, portant deux tubes métalliques latéraux qui permettent l'arrivée de la vapeur de tétrachlorure de carbone, et la sortie du gaz obtenu. L'appareil, étant rempli de vapeurs de tétrachlorure, on porte le fluorure d'argent à une température constante comprise entre 195° et 220°. On fait alors passer lentement la vapeur de tétrachlorure de carbone, et l'on recueille le gaz sur le mercure. Il est bon d'ajouter à cet appareil un petit serpentin métallique, refroidi à — 23°, qui condense les vapeurs de tétrachlorure et les ramène dans le tube contenant le fluorure d'argent. Enfin, le gaz séjourne vingt-quatre heures en présence de fragments de caoutchouc sec qui absorbent les dernières vapeurs de tétrachlorure de carbone.

» Le gaz ainsi obtenu ne contient ni fluorure de silicium, ni gaz absorbable par la potasse aqueuse; cependant, il n'est pas complètement pur. Il renferme toujours un volume notable d'un fluorure de carbone à densité plus élevée, et, lorsque l'on veut obtenir le tétrafluorure bien pur, il faut agiter ce mélange avec une petite quantité d'alcool anhydre, qui dissout très facilement le tétrafluorure de carbone. On peut ensuite, soit par l'eau bouillie, soit par l'ébullition, séparer le gaz pur. On se débarrasse, dans ce dernier cas, des vapeurs d'alcool au moyen d'acide sulfurique monohydraté, ainsi que l'a indiqué M. Berthelot.

» Il est très important d'exécuter cette préparation dans un appareil en métal. En effet, si l'on opère au contact du verre, les résultats seront différents. Le gaz que l'on obtiendra aura bien une densité voisine de celle du tétrafluorure de carbone, mais on se trouvera, dans ce cas, en présence d'un mélange de quatre corps gazeux. Ces quatre gaz sont les suivants : 1° fluorure de silicium absorbable par une goutte d'eau avec dépôt de silice; 2° acide carbonique instantanément absorbable par une solution aqueuse de potasse; 3° tétrafluorure de carbone absorbable par une solution de potasse alcoolique et 4° fluorure de carbone à densité plus élevée. Comme l'acide carbonique a une densité inférieure à celle du tétrafluorure, on comprend que la densité d'un semblable mélange puisse osciller entre les chiffres voisins de la densité théorique du tétrafluorure de carbone. Nous avons pris la densité de ces mélanges après traitement par l'eau, par la potasse aqueuse, puis par la potasse alcoolique. On peut suivre, par le dosage du carbone, la variation due à chacun de ces différents gaz.

» L'acide carbonique qui se produit dans ces conditions tient à l'action exercée par le tétrafluorure de carbone sur le verre chauffé. Il se produit,

en effet, le dédoublement suivant :



$$C^2Fl^4 + 2SiO^2 = C^2O^4 + Si^2Fl^4.$$

» Plus le contact du tétrafluorure avec le verre est prolongé, et plus la quantité d'acide carbonique augmente.

» *Propriétés.* — Le tétrafluorure de carbone a une densité de 3,09; la densité théorique serait de 3,03. Il est liquéfiable vers −15° à la pression ordinaire, et à la température de 20°, dans l'appareil de M. Cailletet sous une pression de 4^{atm}. Peu soluble dans l'eau, il se dissout en grande quantité dans l'éther ordinaire et surtout dans l'alcool anhydre. Il n'est pas absorbé par l'acide sulfurique monohydraté, ainsi que par une solution aqueuse de potasse ou par l'eau de baryte.

» Chauffé dans une cloche courbe au contact du verre, il fournit de l'acide carbonique et du fluorure de silicium, ainsi que nous l'avons indiqué précédemment. Il est facile de caractériser l'acide carbonique; car ce gaz peut être séparé par l'eau de baryte. Le précipité obtenu est entièrement soluble dans l'acide acétique, son poids correspond à la formule CO^2BaO et le gaz dégagé se liquéfie dans l'appareil de Cailletet à 57^{atm} à 15°. Enfin à 31° dans le même appareil, le ménisque ne devient plus visible.

» Chauffé au contact du sodium, le tétrafluorure s'absorbe complètement en donnant un dépôt de charbon et du fluorure de sodium. Grâce à sa grande solubilité dans l'alcool, la potasse alcoolique l'absorbe de suite, et, dans ce cas, le tétrafluorure ne tarde pas à se décomposer en fluorure et en carbonate. Cette décomposition n'est pas instantanée, car une heure après l'absorption du gaz, une addition d'eau peut encore séparer du liquide une notable quantité de tétrafluorure.

» Le dosage du carbone dans le tétrafluorure, après combustion par un mélange d'oxyde de cuivre et d'oxyde de plomb, nous a donné :

1.	2.	3.	4.	Calculé.
13,56	13,80	14,20	13,48	C = 13,64

CHIMIE. — *Sur la réduction de l'acide azotique en ammoniaque et sur un procédé de dosage de cet acide.* Note de M. E. **Boyer**.

« La réduction de l'acide azotique en ammoniaque par le zinc et l'acide chlorhydrique n'a jamais pu être utilisée, jusqu'ici, pour le dosage de

l'acide azotique, bien que de nombreux chimistes se soient occupés de cette question. Cette réduction est, en effet, généralement incomplète, par suite de la production de composés oxygénés de l'azote, et même d'azote libre, au cours de la réaction.

» J'ai cherché à éviter cette perte d'azote, et pour cela j'ai déterminé la richesse à donner aux solutions d'acide azotique ou d'azotate à réduire, la concentration et le mode d'emploi de l'acide chlorhydrique.

» Après une série d'essais sur des azotates de potasse et de soude, je suis arrivé à cette conclusion que les solutions d'azotate à réduire ne doivent renfermer au plus que 5^{gr} de nitrate pur pour 100^{cc} et j'ai déduit le procédé de dosage de l'acide azotique qui suit :

» On prend un tube à essai, fermé d'un bout, et portant un bec à sa partie supérieure, de $0^{m},30$ de long sur $0^{m},022$ de diamètre, et l'on y introduit 5^{gr} de *zinc en grenailles* de la grosseur d'un pois, quantité suffisante pour recouvrir la surface du fond du tube.

» On prélève ensuite, au moyen d'une pipette, 10^{cc} de la solution d'azotate, correspondant à $0^{gr},5$ d'azotate, quantité maximum, et on les introduit dans le tube à essai, en maintenant l'extrémité inférieure de la pipette près du fond du tube, afin d'éviter les projections sur les parois.

» On ajoute alors 5^{cc} d'acide chlorhydrique à 1,19 de densité, en les faisant couler le long des parois du tube, pour enlever les traces d'azotate qui pourraient s'y trouver, malgré les précautions prises précédemment, et l'on agite le tube circulairement.

» Par la disposition du métal réducteur, l'hydrogène se dégage de tous les points de la surface du fond du tube et traverse uniformément la solution d'azotate de bas en haut, soumettant à son action réductrice toutes les molécules de cette solution ; la production d'hydrogène ayant lieu avec dégagement de chaleur, la hauteur du tube à essai assure la condensation des vapeurs.

» Lorsque le dégagement d'hydrogène est devenu presque nul, on ajoute de nouveau 5^{cc} d'acide chlorhydrique ; il se dégage une nouvelle quantité d'hydrogène, qui complète la réduction de l'acide azotique en ammoniaque. En dix minutes, et bien qu'il se dégage encore de l'hydrogène, *cette réduction est complète*.

» Elle ne serait pas complète :

» 1° Si la solution azotique à réduire renfermait pour 100^{cc} plus de $3^{gr},17$ d'acide azotique, ou de 5^{gr} de nitrate de soude pur ;

» 2° Si la réduction était faite sur un volume supérieur à 10^{cc} de la solution à 5 pour 100;

» 3° Si l'on emploie un volume d'acide primitif inférieur à 5^{cc};

» 4° Si la densité de l'acide chlorhydrique est inférieure à 1,19.

» Dans tous ces cas, il y a production de composés oxygénés de l'azote et d'azote libre; la solution en expérience prend une coloration jaunâtre caractéristique qui ne se produit pas en opérant comme je l'ai dit.

» La réduction de l'acide azotique en ammoniaque étant complète, le liquide contenu dans le tube à essai est formé d'un composé de l'acide chlorhydrique avec l'ammoniaque, de chlorure de zinc, d'acide chlorhydrique en excès, de zinc non dissous.

» Il suffit, pour obtenir l'ammoniaque, de la déplacer et de la recueillir par distillation.

» Si l'on se borne à opérer le déplacement en ajoutant une base alcaline, potasse ou soude, la distillation est fort longue et même impossible avec la potasse, par suite de la formation, en présence du zinc, d'une combinaison potammonique ou sodammonique. La magnésie caustique décompose cette combinaison; après avoir introduit le contenu du tube à essai et les eaux de lavage de ce tube dans le ballon devant servir à la distillation, on ajoute de la potasse pour précipiter le zinc, jusqu'à réaction alcaline, puis 2^{gr} de magnésie caustique. On opère ensuite la distillation comme à l'ordinaire, au moyen de l'appareil de Schlœsing; l'ammoniaque est recueillie dans une liqueur d'acide titrée et déterminée comme à l'ordinaire. On en déduit par le calcul l'acide azotique ou l'azote.

» Voici les résultats que nous avons obtenus par cette méthode d'analyse pour des nitrates de soude et de potasse purs, résultats constants et d'une justesse bien suffisante pour les essais industriels (l'acide azotique est exprimé en azote) :

	Azote pour 100.	Azote retrouvé.
Azotate de soude pur	16,47	16,43
Azotate de potasse pur	13,86	13,82
Azotate d'argent pur	8,24	8,21

CHIMIE. — *Sur les pouvoirs réfringents moléculaires des sels en dissolution.* Note de M. E. DOUMER, présentée par M. A. Gautier.

« Dans de récentes Communications à l'Institut, j'ai fait connaître les résultats auxquels m'ont conduit les déterminations des pouvoirs réfringents, par rapport à l'eau, de dissolutions salines, résultats que j'ai donnés sous forme de lois générales, tout en signalant l'existence d'un certain nombre d'exceptions. Je ne veux pas aujourd'hui parler de ces dernières, mais bien préciser les conditions physiques auxquelles correspondent ces résultats. J'espère par là expliquer les divergences qui existent entre les chiffres trouvés par M. B. Walter (¹) et les miens.

» Le pouvoir réfringent d'un sel, par rapport à l'eau, pas plus que celui de la solution de ce sel, n'est un nombre constant. Pour un très grand nombre de sels, le pouvoir réfringent augmente avec la dilution; pour quelques autres, il diminue avec cette dernière. La variation du pouvoir réfringent est surtout manifeste pour des solutions très étendues. Il faut donc, pour comparer les pouvoirs réfringents des sels, si l'on veut tirer quelque lumière de cette comparaison, prendre les sels dans le même état de dilution. En tenant compte de cette observation, on vérifie sensiblement, et, en général, particulièrement pour les chlorures des types $M'Cl$ et $M''Cl^2$, la loi des pouvoirs réfringents moléculaires; mais on ne la retrouve pas toujours. C'est ainsi que les sulfates des types M'^2SO^4 et $M''SO^4$, pris les uns et les autres dans le même état de dilution, sont loin d'avoir le même pouvoir réfringent moléculaire, surtout lorsque les dissolutions considérées présentent un certain degré de concentration. Le rapport des pouvoirs réfringents moléculaires de ces deux types de sels peut même atteindre, pour des concentrations de 2 à 4 pour 100, la valeur $\frac{3}{2}$ qu'indique M. B. Walter; il peut même la dépasser.

» Mais on retrouve la loi des pouvoirs réfringents moléculaires, telle que je l'ai énoncée, si, au lieu de considérer les sels dans des états de dilution identiques entre eux, mais quelconques d'ailleurs, on les considère dans un *état de dilution tel que la densité du sel dans la solution, prise par rapport à l'hydrogène, soit égale au poids moléculaire du sel.* (J'appelle *densité du sel* dans la solution le rapport du poids du sel contenu dans un certain volume de solution à ce même volume.)

(¹) *Comptes rendus*, 31 mars 1890.

» On saisit dès lors la raison des divergences que M. B. Walter signale entre ses résultats et les miens. Ces divergences tiennent à ce que M. B. Walter a considéré les sels à des degrés de dilution variables et généralement très éloignés de ce degré particulier que je viens de signaler et pour lequel seulement la loi est le plus souvent vraie.

» Une autre cause d'un ordre moins général explique en outre les résultats particuliers de M. B. Walter. Elle résulte de ce fait que les expressions auxquelles M. B. Walter et moi donnons le nom de *pouvoir réfringent* n'ont ni la même signification physique, ni la même valeur. M. B. Walter appelle en effet *pouvoir réfringent* l'expression $\frac{n-n_0}{p}$ (n étant l'indice de la solution, n_0 celui de l'eau, p le poids de sel anhydre contenu dans 100^{gr} de solution); tandis que j'appelle *pouvoir réfringent* l'expression $\frac{n^2-n_0^2}{d}$ à un facteur constant près. Dans cette dernière expression, n et n_0 ont la même signification que dans la formule de M. B. Walter, mais d représente la densité du sel dans la solution, c'est-à-dire, si l'on considère les différentes solutions sous le même volume, le *poids de sel contenu dans ce volume de solution*. Si, pour les différentes solutions d'un même sel, d et p peuvent être considérés comme proportionnels, il n'en est certainement pas ainsi lorsque l'on considère deux sels différents.

» La démonstration complète des faits que j'annonce ne peut trouver place ici; elle sera faite prochainement par la publication de tous les résultats que j'ai obtenus. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Action de l'eau oxygénée sur les combinaisons oxygenées du manganèse.* — Deuxième Partie : *Action sur l'acide permanganique et les permanganates.* Note de M. **A. Gorgeu**, présentée par M. Friedel.

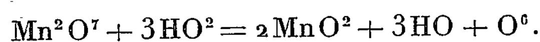
« Lorsqu'on verse, à la température ordinaire, une solution de permanganate de potasse ou d'acide permanganique dans l'eau oxygénée additionnée d'acide sulfurique, le manganèse passe, sans transition visible, à l'état de sulfate manganeux et tout l'oxygène qui se trouvait combiné aux protoxydes de manganèse et d'hydrogène devient libre. L'acide sulfurique très étendu étant incapable de dissoudre à froid les suroxydes de manganèse, on est amené à conclure que l'eau oxygénée, en présence d'un acide,

conduit jusqu'au protoxyde la réduction des suroxydes et des acides du manganèse.

» La présence d'un acide libre n'est pas un agent nécessaire dans cette réduction extrême; cet acide peut être remplacé par tout autre corps, inactif à l'égard de l'eau oxygénée, mais capable de dissoudre le protoxyde de manganèse. Le chlorhydrate d'ammoniaque est dans ce cas; on observe, en effet, que la réaction de l'acide permanganique ou du permanganate de potasse sur l'eau oxygénée, préalablement mélangée avec une solution concentrée de sel ammoniac, passe par les mêmes phases et est aussi nette que dans les liqueurs acides, à la seule condition d'opérer en présence d'un grand excès de chlorhydrate et sur des quantités restreintes de permanganate et d'eau oxygénée.

» L'action de l'eau oxygénée sur les composés oxygénés du manganèse, dans un milieu apte à former avec le protoxyde de ce métal des sels simples ou doubles, me semble démontrer que, si l'eau oxygénée seule ne peut abaisser le titre de ces composés au-dessous du titre qui caractérise le manganite saturé $MnO^2, 2MnO$ (*Bull. de la Soc. chim.*, 3e série, t. I, p. 606), son action, aidée par le dégagement de chaleur qui accompagne la combinaison de l'oxyde manganeux avec un acide ou un sel, devient capable d'amener jusqu'au protoxyde la réduction des suroxydes et des acides du manganèse.

» *Action de l'eau oxygénée sur l'acide permanganique pur.* — Sous l'influence de l'eau oxygénée, la solution d'acide permanganique se décolore progressivement, en même temps que se produit un dégagement de chaleur et d'oxygène et un dépôt de suroxyde. La composition de ce suroxyde est variable; dans certaines conditions, cependant, en versant, par exemple, très lentement l'eau oxygénée et en opérant avec des liqueurs étendues, la composition du suroxyde est, à peu de chose près, celle de l'acide manganeux, et la proportion d'eau oxygénée nécessaire à sa précipitation complète ne dépasse guère celle qu'exige l'équation



$$Mn^2O^7 + 3HO^2 = 2MnO^2 + 3HO + O^6.$$

» Si l'on continue à ajouter l'eau oxygénée sur le suroxyde déposé après décoloration de l'eau mère, l'action réductrice de l'eau oxygénée s'opère sur le précipité seul et abaisse facilement de 17,90 à 13 centièmes sa teneur en oxygène.

» *Action de l'eau oxygénée sur les permanganates alcalins.* — L'eau oxygénée au contact du permanganate de potasse dissous le décolore peu à

peu, avec précipitation d'un suroxyde retenant une forte proportion d'alcali; dans cette réaction, il faut employer de 6 à 11 équivalents d'eau oxygénée, c'est-à-dire beaucoup plus qu'avec l'acide permanganique. Cette différence doit être attribuée à la présence d'une combinaison de potasse et de suroxyde manganique, très active à l'égard de l'eau oxygénée. Cette combinaison apparaît dès le commencement sous la forme d'une solution brun foncé dont la teinte modifie de plus en plus la couleur rose du mélange; elle apparaît seule ensuite, et enfin disparaît au fur et à mesure que s'effectue la précipitation du suroxyde.

» L'examen de la liqueur brune montre que ce n'est pas une véritable dissolution; une simple filtration suffit pour la détruire ainsi que de faibles additions d'acide ou d'alcali. La combinaison qui colore cette liqueur est un manganite de potasse. Lavée à l'eau froide, elle retient encore de $\frac{16}{100}$ à $\frac{17}{100}$ de potasse. Ce manganite décompose rapidement l'eau oxygénée, mais ne subit de sa part qu'une faible action réductrice, contrairement à ce qui arrive avec l'acide manganeux pur.

» Si l'on fait agir l'eau oxygénée sur le permanganate rendu fortement alcalin, la solution brune ne pouvant plus se former, la réaction se trouve simplifiée : le permanganate est d'abord transformé en manganate vert sans précipitation aucune, puis l'eau oxygénée agit sur ce dernier sel et le décolore progressivement. Dans cette réaction, 3 équivalents $\frac{1}{6}$ d'eau oxygénée suffisent pour aboutir à la précipitation du manganite de potasse.

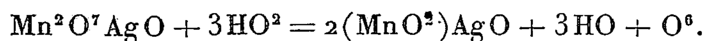
» Le permanganate de soude, soumis à l'action de l'eau oxygénée, se comporte de la même manière que le sel potassique.

» *Action de l'eau oxygénée sur le permanganate de baryte.* — On obtient un précipité jaune brun en versant lentement l'eau oxygénée dans la solution neutre du permanganate de baryte, et un dépôt bleu foncé lorsque celle-ci a été additionnée de 2 à 4 équivalents de baryte en solution aqueuse. Toute la baryte du permanganate se retrouve dans les composés insolubles formés. Le dépôt bleu est exclusivement composé de manganate; le précipité brun est un mélange de manganite surtout et de manganate barytiques.

» Ces deux espèces de dépôts exercent une action décomposante sur l'eau oxygénée; l'action réductrice de ce liquide est énergique sur le manganate et faible sur le manganite.

» *Action de l'eau oxygénée sur le permanganate d'argent.* — Lorsqu'on verse très lentement l'eau oxygénée dans la solution aqueuse saturée à froid du permanganate d'argent, on voit apparaître un dépôt brun crois-

sant jusqu'à la décoloration de l'eau mère. La quantité d'eau oxygénée employée, ainsi que la composition du précipité, sont celles qu'exige l'équation



$$Mn^2O^7AgO + 3HO^2 = 2(MnO^2)AgO + 3HO + O^6.$$

» Ce manganite détruit rapidement l'eau oxygénée; il est d'autant plus fortement réduit par elle que l'on a employé, de ce réactif, une proportion plus importante.

» Dans toutes celles des expériences précédentes où l'on a opéré au sein de milieux neutres, on n'a signalé que les phénomènes qui se produisent lorsqu'on verse l'eau oxygénée dans les solutions de l'acide permanganique et des permanganates; ceux que l'on observe en opérant d'une manière inverse diffèrent notablement des précédents. Tandis que les quantités d'eau oxygénée détruites par 1 équivalent d'acide permanganique pur ou combiné varient entre 3 et 11 équivalents lorsqu'on verse l'eau oxygénée dans les solutions colorées, on peut dire qu'elles deviennent illimitées en opérant en sens contraire. Cette différence est due à ce que les manganites, produits dès les premières additions des liqueurs permanganiques, agissent en toute liberté sur la totalité de l'eau oxygénée, et cela pendant le temps qui est consacré à verser les solutions salines jusqu'à la coloration persistante de l'eau mère.

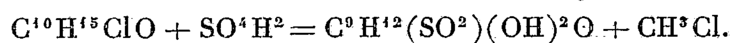
» En n'employant que dix minutes à faire les réactions précédentes, au moyen des solutions d'acide permanganique pur ou des permanganates de potasse, de soude, d'ammoniaque, de baryte et d'argent, on a déjà pu détruire de 150 à 300 équivalents d'eau oxygénée par chaque équivalent employé d'acide permanganique, libre ou combiné. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'améthylcamphophénolsulfone et une matière colorante jaune tétranitrée dérivée.* Note de M. P. CAZENEUVE, présentée par M. Friedel.

« Nous avons eu l'honneur de présenter à l'Académie l'histoire de phénols sulfoconjugués dérivés du camphre (1). Nous appelons ce groupe de corps les *camphosulfophénols*, pour rappeler leur origine, leur fonction et leur sulfoconjugaison.

(1) *Comptes rendus*, séance du 31 mars 1890.

» Nous avons approfondi d'une façon spéciale le premier terme, le corps A, qui se forme avec départ de méthyle. Ce corps A est neutre, quoique sulfoconjugué. C'est une sulfone jouissant de la fonction phénolique. Nous l'appelons *améthylcamphophénolsulfone*. Elle se forme d'après l'équation



$$C^{10}H^{15}ClO + SO^4H^2 = C^9H^{12}(SO^2)(OH)^2O + CH^3Cl.$$

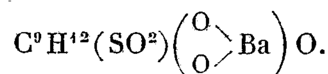
Le chlorure de méthyle recueilli et l'analyse élémentaire ne laissent aucun doute sur la composition de ce corps, qu'on isole comme nous l'avons dit dans notre précédente Note (¹).

» Il se présente sous la forme de magnifiques paillettes blanches, grasses au toucher, rappelant la cholestérine, solubles dans l'eau, moins solubles dans l'alcool, insolubles dans la benzine, l'éther, le chloroforme, le sulfure de carbone. Il ne fond pas et n'a pas de pouvoir rotatoire. Il est neutre au tournesol et à l'orangé III; il ne décompose pas les carbonates.

» Il présente la fonction phénolique : il colore magnifiquement en bleu le perchlorure de fer; les acides et les alcalis détruisent la coloration.

» Il ne donne rien avec les protosels. Il dégage 7^{Cal} environ avec 1 molécule de potasse, d'après l'évaluation obligeamment faite par M. Léo Vignon; il ne donne pas de dégagement de chaleur avec une deuxième molécule, bien qu'il renferme un second OH alcoolique, comme nous le démontrerons. Ce second OH ne peut être que celui d'un alcool secondaire.

» Il donne avec l'eau de baryte un précipité qui correspond à la formule



$$C^9H^{12}(SO^2)\left(\begin{matrix}O\\O\end{matrix}\!\!>Ba\right)O.$$

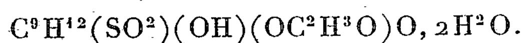
» Il ne précipite pas par l'eau de chaux, ni par les sels de mercure, de zinc et de cuivre, ni par l'eau amidonnée, les solutions de gélatine, d'albumine ou d'émétique. Il précipite les sels de plomb et beaucoup d'alcaloïdes : la quinine, la cinchonine, l'aconitine, la strychnine, la brucine. Il ne précipite pas la morphine et la caféine.

» Il réduit le chlorure d'or à l'ébullition, en donnant un dépôt d'or adhérent au ballon. Il réduit lentement à l'ébullition le nitrate d'argent ammoniacal, mais il ne réduit pas le chlorure de platine.

(¹) *Comptes rendus*, séance du 31 mars 1890.

» Il ne perd son soufre qu'à 300° avec la potasse fondante et donne un corps phénolique colorant en rouge violacé le perchlorure de fer.

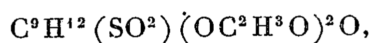
» L'anhydride acétique à l'ébullition donne rapidement un éther monacétique qui cristallise avec 2 molécules d'eau et correspond à la formule



$$C^9H^{12}(SO^2)(OH)(OC^2H^3O)O, 2H^2O.$$

» Ce corps est très soluble dans l'eau et l'alcool. Il ne fond pas sans décomposition. Il ne colore plus le perchlorure de fer; il ne précipite pas l'eau de baryte. Il est facilement saponifié par les alcalis.

» En faisant bouillir pendant une heure le corps avec l'anhydride acétique et l'acétate de soude, on obtient un éther diacétique correspondant à la formule

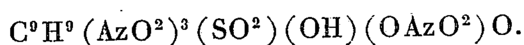


$$C^9H^{12}(SO^2)(OC^2H^3O)^2O,$$

présentant les mêmes propriétés générales que le monoéther.

» La phénylhydrazine en excès réagit à la longue à la chaleur du bain-marie et donne un composé liquide difficile à purifier, preuve que le CO acétonique du camphre a persisté.

» L'action de l'acide nitrique fumant est très remarquable. Le corps ajouté peu à peu à 5 parties d'acide nitrique fumant refroidi entre 0° et 10° se dissout sans dégagement gazeux. Après dissolution, on précipite par l'eau glacée et on lave. Par cristallisation dans l'alcool, on obtient de belles aiguilles jaunes qui sont un dérivé tétranitré correspondant à la formule $C^9H^{10}(AzO^2)^4(SO^2)O^3$ ou mieux à la formule rationnelle

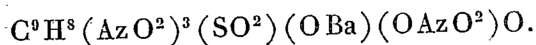


$$C^9H^9(AzO^2)^3(SO^2)(OH)(OAzO^2)O.$$

» L'analyse a donné:

		La théorie exige.
Az..................	13,59 pour 100	13,42

» Ce corps est peu soluble dans l'eau, plus soluble dans l'alcool. Il fond à 87°, se solidifie à 80°. Il distille au delà de 200°, en se décomposant partiellement. Il détone projeté dans un creuset chauffé au rouge. Il a une saveur légèrement piquante, sans amertume. C'est un acide bibasique qui donne des sels cristallisés de couleur jaune orangé. Tous ses sels sont solubles, même ceux d'alcaloïdes. Le sel de baryte correspond à la formule



$$C^9H^8(AzO^2)^3(SO^2)(OBa)(OAzO^2)O.$$

L'analyse a donné Ba pour 100 = 24,61, la théorie exige = 24,95.

» Ce sel cristallise au sein de l'eau avec deux molécules d'eau qu'il perd dans le vide ou à 100°. Anhydre, il devient rouge comme l'acide chromique. Si on l'abandonne quelques jours à l'air, il s'hydrate et reprend sa couleur jaune orangé.

» Ce corps ou ses sels teignent magnifiquement en jaune ou jaune orangé la laine et la soie sans mordant. C'est la première matière colorante nitrée liée à la série térébénique, dont l'hydrocarbure fondamental ne peut être qu'un hydrure de propylbenzine. »

MINÉRALOGIE. — *Sur la tridymite et la christobalite.* Note de M. **Er. Mallard**, présentée par M. Daubrée.

« *Tridymite.* — Vom Rath a découvert (1868), dans des roches volcaniques du Cerro San Cristobal, près de Pachuca (Mexique), une très intéressante variété de silice anhydre cristallisée, à laquelle il donna le nom de *tridymite*, en lui assignant la symétrie hexagonale.

» Peu de temps après que j'eus signalé à l'attention des cristallographes la fréquence des formes pseudo-symétriques, M. Schuster et Von Lasaulx constatèrent, presque en même temps, que la tridymite est réellement biaxe et non uniaxe, comme il résulterait de la forme cristalline. Les cristaux étudiés venaient, les uns du Cerro San Cristobal et du mont Dore, les autres, et les plus beaux, d'un trachyte des monts Euganéens. Les propriétés optiques observées se montrèrent si discordantes que Von Lasaulx ne put les coordonner et se borna à conclure que la tridymite devait être asymétrique.

» La question s'est immédiatement simplifiée dès que j'ai pu constater que les cristaux des monts Euganéens, qui possèdent exactement la forme cristalline avec les groupements si exceptionnels de la tridymite, et qui ne diffèrent de ceux des autres localités que par une apparence opaline et une translucidité moins parfaite, ne sont cependant pas de la tridymite, comme tout le monde l'avait cru, mais du quartz. Cela résulte clairement des observations suivantes faites sur ces cristaux :

» Leur densité varie de 2,54 à 2,62 (quartz 2,65 et tridymite 2,28). Au lieu de rester intacts et de garder leur parfaite translucidité après l'exposition prolongée à une température très élevée, ils perdent lentement leur cristallinité et leur transparence, ainsi que le fait le quartz. L'indice de réfraction moyen est de 1,54 comme celui du quartz (tridymite 1,48). Les lames hexagonales montrent des plages diverse-

ment orientées montrant de vives teintes de polarisation, tandis que les lames de tridymite sont très peu biréfringentes. En lumière convergente, on voit une croix noire *positive*, dont l'axe fait, avec la normale à la lame, des angles variant entre 30° et 60°. En tenant compte de cette inclinaison, la biréfringence des plages qui s'éteignent le plus complètement, a été trouvée égale à 0,009 environ, c'est-à-dire sensiblement celle du quartz.

» Les lames des monts Euganéens sont donc des cristaux de tridymite transformés en quartz par une sorte de pseudomorphose. Il est très curieux que le quartz ne se soit pas orienté de manière que son axe senaire soit parallèle à l'axe pseudosénaire de la tridymite. Il y a cependant eu une tendance à l'orientation, mais elle s'est traduite par ce fait que l'une des faces de la pyramide du quartz $\left(p, e^{\frac{1}{2}}\right)$ se rapproche plus ou moins d'être parallèle à la base des lames de tridymite. En d'autres termes, les faces de clivage, ou de densité réticulaire maxima, des deux substances ont eu une tendance à se disposer parallèlement.

» Quant à la genèse de cette pseudomorphose, il est à présumer que la tridymite a été lentement attaquée par des eaux peut-être alcalines, puis remplacée peu à peu par une reprécipitation de la silice sous forme de quartz.

» Les cristaux des monts Euganéens étant ainsi mis de côté, les propriétés physiques et cristallographiques de la tridymite peuvent être ainsi énoncées en combinant, avec les observations anciennes, celles qui me sont propres et qui rectifient des erreurs assez graves :

» Forme cristalline orthorhombique pseudo-hexagonale, avec les paramètres

$$1:\sqrt{3}:1,629 \quad \text{ou} \quad 0,5774:1:0,9405.$$

» Les lames hexagonales présentent les groupements bien connus de l'aragonite. Moyenne des indices de réfraction minima, β et γ, pour la raie D, $\frac{\beta+\gamma}{2}=1,477$ (par un procédé d'observation inexact, Von Lasaulx avait trouvé 1,42). — Bissectrice aiguë *positive* perpendiculaire au plan p (001) et plan des axes perpendiculaire à l'axe du groupement habituel, c'est-à-dire à l'axe binaire a[010]. Angle des axes dans l'air, $2E=66°$, d'où $2V=43°$ environ. Biréfringence $\alpha-\beta=0,0016$ approximativement. M. Mérian avait annoncé (¹) que la tridymite éprouve un changement d'état réversible en passant à l'état de cristal uniaxe. Mais il avait cru observer que la température de ce changement d'état était supérieure à 400°. J'ai vérifié l'exactitude du changement d'état, mais constaté que la température à laquelle il se produit est

(¹) *Neues Jahrbuch für Mineralogie*, I, 193; 1884.

de 130° environ, à quelques degrés près. La faible élévation de cette température et la facilité avec laquelle le changement se produit, sans altérer la lame cristalline, montre qu'il n'est pas accompagné d'une modification considérable du volume et qu'il ne peut, par conséquent, transformer la trydimite en quartz. La silice peut donc exister, au-dessus de 130°, sous deux états différents ayant tous deux la symétrie hexagonale et l'uniaxie optique : sous l'un des états il est du quartz, sous l'autre état, de la tridymite.

» *Christobalite.* — Vom Rath (¹) a signalé, au milieu de la roche éruptive du Cerro San Cristobal, où il avait découvert la tridymite longtemps auparavant, de petits cristaux octaédriques, qu'il trouva être formés de silice anhydre, avec une densité de 2,27, et auxquels il donna le nom de *christobalite*.

» De son côté, M. Max Bauer constata que la substance est biréfringente. Le peu de matière ne permit pas une étude plus complète.

» La quasi-identité des densités de la christobalite et de la tridymite, l'espèce de pseudocubicité de cette dernière substance, qui se traduit par des groupements dans lesquels les faces cristallines présentent les inclinaisons des faces de l'octaèdre régulier, avaient généralement fait considérer la christobalite comme une simple variété de tridymite présentant un groupement spécial.

» Grâce à la libéralité de M. Antonio del Castillo, les collections de l'École des Mines viennent de s'enrichir d'un très bel échantillon de la roche de San Cristobal, portant d'assez nombreux cristaux de christobalite; j'ai donc pu reprendre et compléter les études de Vom Rath et de M. M. Bauer par les observations suivantes :

» Les cristaux sont pour la plupart très imparfaits, beaucoup même ne sont constitués que par ces espèces de flèches cristallines renflées suivant l'axe, comme on en voit naître et s'accroître dans les dissolutions saturées. On rencontre cependant des pointements octaédriques sur lesquels j'ai pu mesurer l'angle de l'octaèdre régulier, mais les faces octaédriques sont rarement complètes et parfaites. Les cristaux blancs, à faces ternes, sont très peu translucides, mais le deviennent lorsqu'on les plonge dans un liquide.

» J'ai trouvé la densité $D = 2,34$, un peu supérieure à celle de la tridymite. L'attaque par une liqueur alcaline est assez facile.

» Une lame cristalline taillée perpendiculairement à un axe quaternaire de l'octaèdre montre des plages assez réfringentes et d'autres presque uniréfringentes. Les unes et les autres s'éteignent lorsque la diagonale du carré de la base octaédrique est parallèle à la vibration du polariseur. A travers les plages uniréfringentes, on voit en lumière convergente une croix noire *négative* qui se disloque à peine.

(¹) *Neues Jahrbuch für Mineralogie*, I, 198; 1886.

» Ces apparences, confirmées par les observations faites avec des lames taillées suivant les faces b^1 et a^1, suffisent à montrer que la christobalite doit être considérée comme une substance quadratique, pseudocubique, optiquement négative, se groupant de manière que six cristaux pyramidaux aient leurs bases coïncidant respectivement avec les six faces d'un cube. J'ai déjà signalé ce mode de groupement dans l'analcime. Comme dans l'analcime, les cristaux élémentaires de la christobalite ne sont qu'approximativement quadratiques et uniaxes, et doivent être plutôt considérés comme rhombiques.

» La christobalite éprouve à 175° un changement d'état réversible, qui fait disparaître toute biréfringence et amène, par conséquent, la substance à la symétrie cubique que manifeste déjà la forme géométrique extérieure.

» La christobalite est donc bien certainement une nouvelle espèce cristallisée de la silice; les doutes qui subsistaient encore doivent être absolument écartés. »

MINÉRALOGIE. — *Sur les zéolithes des gneiss de Cambo (Basses-Pyrénées).* Note de M. **A. Lacroix**, présentée par M. Fouqué.

« J'ai signalé, l'an dernier, à l'Académie, l'abondance des minéraux du groupe des *zéolithes* dans les fissures des gneiss et des schistes métamorphiques de la haute Ariège.

» L'étude du massif primitif du Labourd (Basses-Pyrénées) m'a permis de généraliser cette observation. J'ai découvert récemment aux environs de Cambo, sur la rive droite de la Nive et au milieu des gneiss, des zéolithes remarquables par leur abondance et la beauté de leurs cristaux. Elles se rencontrent dans deux gisements distincts : 1° dans les gneiss acides (1); 2° dans les gneiss basiques.

» *Zéolithes des gneiss acides.* — A la sortie du second tunnel de Cambo, du côté d'Itsatsou, une tranchée d'environ 50^m de longueur est taillée au milieu des gneiss à mica noir. Les zéolithes se sont développées dans des fissures perpendiculaires à la schistosité. Les parois de la tranchée, aujourd'hui en partie envahies par la végétation, portent les vestiges de cavités atteignant parfois 2^{mq} et entièrement tapissées de cristaux de zéolithes. C'est dans les déblais de cette tranchée que peuvent être étudiés ces miné-

(1) Je désigne ici sous le nom de *gneiss acides* toutes les variétés de gneiss renfermant du quartz, réservant celui de *gneiss basiques* à des roches pyroxéniques en relation avec des cipolins.

raux. J'y ai rencontré les espèces suivantes : *chabasie, stilbite, heulandite, analcime* avec *calcite, pyrite.*

» La *chabasie* se présente en cristaux extrêmement nets, en rhomboèdres $p(10\bar{1}1)$, très rarement accompagnés de $b^1(01\bar{1}2)$. Ces cristaux sont toujours de grande dimension, atteignant parfois $1^{cm},4$ suivant une de leurs arêtes.

» Lorsqu'on ouvre une géode, on les trouve incolores et transparents; mais les cristaux longtemps restés à découvert sont d'un blanc laiteux, cette apparence étant due à de nombreuses fissures intérieures ou à des clivages suivant p, parfois très nets.

» La *stilbite* se présente en cristaux d'une netteté souvent parfaite, offrant les combinaisons de $p(001)$, $h^1(100)$, $g^1(010)$, $b^{\frac{1}{2}}(\bar{1}11)$. Ils forment de petites baguettes rectangulaires allongées suivant $h^1g^1(100)(010)$ et implantées sur la gangue par une face p. Souvent ces cristaux sont formés par des groupements de lamelles aplaties suivant g^1, conduisant à des assemblages en forme de gerbe, bien connus dans cette espèce minérale. $b^{\frac{1}{2}}$ est en général réduit à de petites facettes triangulaires, la face p étant très développée.

» Les cristaux de *heulandite* sont remarquablement nets : $p(001)$, $g^1(010)$, $o^1(101)$, $a^1(\bar{1}01)$ et rarement $m(110)$, formant de très petites facettes triangulaires. Les cristaux sont aplatis suivant la face $p(001)$, toujours très développée, et allongés suivant la zone $ph^1(001)(100)$. Les propriétés des zéolithes précédentes, faciles à constater, n'offrent rien de particulier.

» L'*analcime* se présente en trapézoèdres $a^2(211)$. Tantôt les cristaux sont d'un blanc rosé ou jaune, opaques, atteignant parfois 1^{cm} dans le sens de leur plus grande dimension : ils sont alors accolés sur le gneiss sous forme de plaquettes n'ayant qu'une très faible épaisseur; tantôt, au contraire, ils constituent de petits cristaux transparents et incolores, également développés dans tous les sens.

» Toutes ces zéolithes, normalement incolores, sont souvent teintées en jaune ambré par des infiltrations ferrugineuses, dues à la décomposition de la pyrite voisine.

» La calcite qui accompagne les minéraux précédents peut être rapportée à trois types qui, en général, ne se rencontrent pas ensemble : 1° cristaux à faces brillantes, formés par le rhomboèdre $b^1(01\bar{1}2)$; 2° cristaux riches en faces, parmi lesquelles domine $d^2(21\bar{3}1)$ (de même que ceux du

troisième type, ces cristaux sont ternes); 3° cristaux simulant un prisme hexagonal basé, mais formés, en réalité, par la combinaison de $a^1(0001)$ et d'un rhomboèdre très aigu; parfois ces cristaux deviennent lamelleux et s'empilent les uns sur les autres (*Schieferspath*).

» Ces différents minéraux forment un certain nombre d'associations caractéristiques : 1° chabasie seule; les géodes renferment parfois plusieurs centaines de gros cristaux; 2° stilbite et calcite; j'ai observé une géode ayant plus d'un mètre carré, deux des parois parallèles étaient tapissées de calcite incolore (spath d'Islande), entièrement recouverte par des cristaux de stilbite pressés les uns contre les autres et implantés sur leur gangue par une face p. Quelques gros cristaux de calcite s'étaient formés en outre sur la stilbite; 3° stilbite en groupements flabelliformes, parfois accompagnée de heulandite et de calcite; 4° analcime, stilbite, heulandite, chabasie et calcite. Dans de semblables associations, l'analcime est toujours le minéral le plus anciennement formé, reposant directement sur le gneiss; la heulandite, au contraire, est l'élément le plus récent, elle est en effet souvent implantée sur la calcite qui recouvre les minéraux précédents; 5° calcite seule, c'est surtout la forme $b^1(01\bar{1}2)$ qui se présente dans ces conditions.

» *Gneiss basiques.* — Tandis que dans les gneiss acides les zéolithes se présentent exclusivement dans les cassures perpendiculaires à la schistosité, dans les gneiss pyroxéniques, au contraire, ces minéraux se forment seulement dans les plans de schistosité. Les géodes dans lesquelles on les rencontre semblent dues à la dissolution de lentilles de calcite. Ces géodes sont en général tapissées de cristaux de pyroxène vert clair, offrant les mêmes caractères que ceux que l'on obtient en traitant par un acide les roches intactes voisines. La zéolithe la plus fréquente y est la *chabasie* en rhomboèdres de $0^{cm},3$ à $0^{cm},5$ absolument incolores et transparents. C'est par centaines que l'on compte ces cristaux, implantés les uns à côté des autres sur des surfaces de plusieurs décimètres carrés. On les rencontre dans les mêmes conditions dans les cipolins qui alternent avec les gneiss à pyroxène. »

CHIMIE AGRICOLE. — *Sur une nouvelle méthode d'analyse de la paille.* Note de M. Alexandre Hébert, présentée par M. P.-P. Dehérain.

« Les analyses immédiates de paille qui figurent dans tous les Ouvrages sont très incomplètes; on y voit inscrit comme matières indéterminées

environ le cinquième du poids de la paille analysée. M. Muntz, qui s'est occupé particulièrement de cette question, avait montré, par l'analyse élémentaire de la paille comparée à celle des substances dosées, que cette paille devait renfermer un principe beaucoup plus riche en carbone que la cellulose; les recherches plus récentes de mon savant maître, M. Dehérain, ont montré que la substance dont l'existence avait été prévue par M. Muntz est la vasculose, matière d'une importance capitale, puisque c'est elle qui, d'après M. Dehérain, constitue la matière noire du fumier.

» On sait, en outre, qu'en traitant la paille par les acides étendus, on obtient une quantité relativement considérable d'un sucre réducteur, qu'on a supposé provenir de la transformation de l'amidon; or, examinée au microscope, la paille ne montre dans ses tissus aucun grain d'amidon; pour expliquer l'apparition d'un sucre réducteur sous l'influence des acides, on a été conduit à supposer l'existence dans la paille de deux celluloses différentes, dont l'une serait plus attaquable que l'autre par les acides étendus.

» Tel était l'état des connaissances sur la paille quand, il y a quelques mois, MM. Wheeler et Tollens publièrent un Mémoire sur l'existence dans le bois d'une gomme, dite *gomme de bois*, donnant par saccharification le sucre appelé *xylose*, isomère de l'arabinose. Nous avons soupçonné que cette gomme pouvait également exister dans la paille et rendrait peut-être compte des irrégularités d'analyse signalées plus haut.

» En effet, en traitant la paille, comme le bois l'a été par MM. Wheeler et Tollens, par une solution de soude à 5 pour 100 pendant quarante-huit heures, puis précipitant par l'alcool cette solution séparée de la paille, on a obtenu une gomme sodée qui, décomposée par l'acide chlorhydrique et purifiée par de nombreux lavages à l'alcool, se présente sous l'aspect d'une masse poreuse, jaunâtre, qui brunit en séchant. Cette gomme, chauffée pendant une vingtaine d'heures au bain-marie avec de l'acide sulfurique à 5 pour 100, donne naissance à un sucre qu'on peut purifier par plusieurs cristallisations dans l'alcool.

» Ce corps présente tous les caractères de la xylose : il a une saveur nettement sucrée; il est très soluble dans l'eau, moins soluble dans l'alcool; il réduit la liqueur de Fehling; il cristallise en petites aiguilles prismatiques, fondant à 153°-154°; son pouvoir rotatoire $[\alpha]_D = 18°,63$. La méthode cryoscopique de M. Raoult a donné un abaissement de température correspondant à un poids moléculaire de 146, voisin du poids molécu-

laire 150 se rapportant à la formule $C^5H^{10}O^5$. La réaction de Fischer donne avec ce sucre une osazone cristallisée en longues aiguilles soyeuses jaunes fondant à 152°-155°, très solubles dans l'alcool, moins solubles dans l'acétone et fort peu solubles dans l'eau.

» La paille, donnant une gomme susceptible de se transformer en xylose, devait fournir du furfurol par distillation avec l'acide sulfurique étendu, comme le signalent MM. Wheeler et Tollens pour le sucre de bois.

» En effet, 300gr de paille ont donné un liquide qui, soumis à plusieurs distillations successives, a fourni environ 7gr d'un produit présentant l'odeur caractéristique du furfurol, bouillant à 160°-161°, et qui, traité par l'ammoniaque, laisse déposer des aiguilles jaunâtres, fondant à 121°, ce qui correspond au point de fusion de la furfuramide.

» Ce travail, exécuté au laboratoire de Physiologie végétale du Muséum, était achevé, au moment où M. Tollens annonçait en Allemagne que la paille renferme de la gomme de bois. Nous sommes heureux de nous être rencontré avec ce savant chimiste, sauf une légère discordance sur le point de fusion de la xylose, qui serait, d'après lui, de 144°-145°.

» La matière signalée dans les analyses de paille, comme amidon ou comme cellulose attaquable, n'est donc autre chose que la gomme de paille.

» Les analyses de paille exécutées jusqu'à présent sont incomplètes, puisque la vasculose n'y figure pas, et inexactes, puisqu'on y inscrit de l'amidon et une variété de cellulose non isolée, et il convenait de chercher un nouveau procédé permettant d'obtenir des résultats plus précis. Après plusieurs tâtonnements, voici le mode opératoire auquel nous nous sommes arrêté.

» Après détermination, par les anciennes méthodes, de l'humidité, des cendres, des matières azotées, des matières solubles dans l'éther et dans l'eau, on introduit 2gr de paille épuisés par l'éther et par l'eau dans un tube, avec une solution de soude caustique à 10 pour 100; on scelle le tube et on le chauffe au bain d'huile ou de paraffine à 120° pendant trois heures; après ce temps, on ouvre l'extrémité du tube, on en fait tomber le contenu dans un verre et l'on étend d'eau, afin de pouvoir filtrer; la cellulose, pendant ce traitement, n'est pas attaquée; la vasculose, au contraire, comme l'ont signalé MM. Fremy et Urbain, se dissout, ainsi que la gomme de paille. On a donc sur le filtre la cellulose qui, étant bien lavée, doit cependant être incinérée, car elle est accompagnée d'une quantité assez grande de silice provenant soit du tube de verre attaqué par la soude, soit de la paille elle-même.

» Le liquide séparé de la cellulose est neutralisé exactement par l'acide chlorhydrique et évaporé à sec au bain-marie; la masse reprise par l'eau laisse comme résidu la vasculose à un état grenu et dense qui permet la filtration. Ce produit doit être incinéré, car il contient également des cendres en quantité notable.

» En faisant la somme de tous les éléments dosés et en la retranchant de 100, on pourrait considérer la différence comme représentant la gomme de paille. En effet, le liquide filtré, séparé de la vasculose, concentré au bain-marie et additionné d'une quantité d'acide chlorhydrique correspondant à 5 pour 100, puis saccharifié en flacon bouché au bain de sel pendant deux heures, donne, par un dosage à la liqueur de Fehling, une quantité de sucre réducteur très voisine de la quantité signalée par différence.

» Nous citons ici un exemple d'analyse de paille de blé exécutée par cette nouvelle méthode. (Les autres pailles donnent probablement des résultats analogues, car la gomme de la paille d'avoine se transforme aussi en xylose, par saccharification.)

Eau	10,40	
Matières azotées	2,42	Azote = $0^{gr},388$ pour 100
Matières solubles dans l'éther (matières grasses et résidus chlorophylliens)	1,18	
Matières solubles dans l'eau [(cendres déduites) sucres réducteurs, sucres non réducteurs, gommes et tannins]	3,37	
Cellulose	33,60	
Vasculose	24,00	
Gomme de paille (calculée en xylose)	19,71	
Cendres	6,34	
	101,02	

» En calculant la gomme de paille en xylose, nous augmentons son poids de l'eau fixée au moment de la saccharification; de là, le léger excès constaté pour la somme des éléments dosés. »

ÉCONOMIE RURALE. — *Du rôle des engrais verts comme fumure azotée.* Note de M. A. **Muntz**, présentée par M. Schlœsing.

« L'emploi des engrais verts, c'est-à-dire des plantes fraîches enfouies dans le sol, est très répandu dans certaines régions et donne généralement de bons résultats.

» Le plus souvent, cette pratique s'opère en ensemençant le terrain de plantes dites *améliorantes*, principalement de légumineuses, qui ont la réputation de prélever dans le milieu ambiant, et surtout dans l'atmosphère, de grandes quantités d'azote. On coupe la récolte et on l'enterre sur place par un labour, donnant ainsi à la terre une fumure azotée.

» Malgré les résultats avantageux qu'on obtient par les engrais verts, on n'a intérêt à les appliquer que dans des conditions économiques particulières, et à sacrifier ainsi une récolte pour nourrir la récolte suivante. Mais lorsque le sol s'est appauvri en humus, lorsque le transport des fumiers est difficile ou coûteux, lorsque les ressources pour l'achat des autres engrais manquent, l'emploi des engrais verts rend les plus grands services.

» Quoique l'amélioration du sol par l'apport de la matière organique, susceptible de former de l'humus, ait une importance très grande, c'est surtout à leur action comme fumure azotée qu'on attribue l'effet des plantes enfouies en vert. J'ai cherché à me rendre compte du rôle des engrais verts à ce point de vue, et je les ai comparés à d'autres engrais azotés.

» On sait que c'est sous la forme de nitrates que les plantes prennent généralement l'azote dans le sol et que les engrais organiques ont besoin de nitrifier pour produire leur effet sur les récoltes. La rapidité de la nitrification des engrais azotés peut donc donner la mesure de leur aptitude à servir d'aliment aux plantes.

» Me basant sur ces considérations, j'ai étudié la formation des nitrates dans des sols ayant reçu soit des engrais verts, soit d'autres fumures azotées, en quantités telles que la proportion d'azote fût la même pour chaque lot de terre, soit 1^{gr} par kilogramme. J'ai opéré comparativement avec le sulfate d'ammoniaque, dont M. Schlœsing a montré la rapide nitrification, et avec le sang desséché qui est un des engrais organiques les plus actifs.

» Dans une terre légère, contenant 2 pour 100 de calcaire, on a trouvé au bout de trois mois :

	Acide azotique par kil. de terre.
Terre avec engrais vert (lupin)	183^{mgr}
» sang desséché	161
» sulfate d'ammoniaque	268

» Dans ce sol, l'engrais vert a donc nitrifié plus rapidement que le sang desséché.

» Dans une autre terre très forte, peu calcaire, on a obtenu dans le même temps :

	Acide azotique par kil. de terre.
	mgr
Terre avec engrais vert (lupin)	88
» sang desséché	3,6
» sulfate d'ammoniaque	5,1

» Ici l'engrais vert a nitrifié bien plus abondamment que le sang desséché et même que le sulfate d'ammoniaque.

» Les terres argileuses peu perméables à l'air constituent un milieu qui n'est pas propice à la nitrification; aussi le sulfate d'ammoniaque lui-même a-t-il résisté. Mais l'engrais vert, par son volume, par l'apport de matière organique, modifie de pareils sols et détruit leur compacité. L'air peut alors circuler et les organismes nitrifiants remplissent leurs fonctions.

» Dans le cas des terres fortes, la fumure verte a donc une supériorité marquée sur les autres engrais azotés.

» Dans des expériences culturales faites à la ferme de Vincennes, en terre légère, on a employé divers engrais azotés, en quantité telle qu'il y eût pour chaque lot 100^{kg} d'azote par hectare, les autres matières fertilisantes existant d'ailleurs en abondance. On a semé une plante très épuisante, le maïs géant cultivé comme fourrage.

» Dix-huit jours après avoir répandu les engrais, on a examiné la terre et on y a trouvé :

	Acide nitrique par kil. de terre.
	mgr
Parcelle avec engrais vert (luzerne)	86,0
» avec sang desséché	72,2
» avec sulfate d'ammoniaque	121,4
» sans engrais azoté	14,5

» Ici encore, l'engrais vert a nitrifié plus rapidement que le sang desséché.

» Les coupes de maïs, faites fin septembre, ont donné les récoltes suivantes, rapportées à un hectare :

	kg
Parcelle avec engrais vert (luzerne)	78 000
» avec sang desséché	71 500
» avec sulfate d'ammoniaque	66 000
» avec nitrate de soude	78 500
» sans engrais azoté	39 500

» De l'ensemble de ces résultats, on peut conclure que l'efficacité des engrais verts, comme fumure azotée, tient surtout à la facilité avec laquelle les matières végétales fraîches laissent nitrifier l'azote des matières protéiques qu'elles renferment et à l'influence favorable qu'elles exercent sur les propriétés physiques des terres. »

PATHOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Expériences relatives à la transmissibilité de l'hémoglobinurie aux animaux.* Note de M. V. Babes, présentée par M. Bouchard.

« Dans la Communication du 29 octobre 1888 à l'Académie des Sciences, je n'étais pas à même de me prononcer sur la transmissibilité de cette maladie au bœuf. Les résultats obtenus depuis, avec le concours de la Commission (1) instituée par le Gouvernement roumain, ont comblé cette lacune.

» *Expériences sur les lapins.* — Les lapins, inoculés sous la peau ou dans les veines avec des cultures ou avec le sang de bœufs morts d'hémoglobinurie, ou nourris soit avec des cultures, soit avec le suc des organes du bœuf, deviennent souvent malades. Huit à onze jours après, ils présentent une fièvre assez élevée, et ils meurent en un ou deux jours avec une prostration générale. A l'autopsie, les organes internes sont hyperémiés; des ecchymoses existent sur le péritoine, dans les reins et sur la muqueuse des bassinets. La cavité péritonéale renferme un liquide transparent, rougeâtre, qui se coagule quelque temps après l'ouverture de la séreuse. Le péritoine intestinal est toujours congestionné, souvent ecchymosé; la muqueuse de l'intestin est couverte de mucosités et son contenu souvent liquide. L'urine ne renferme pas d'hémoglobine. Dans le sang de ces animaux, surtout dans le sang des reins, on trouve les mêmes microbes que dans le sang du bœuf, moins souvent placés, toutefois, dans les globules rouges.

» Les organes des bœufs morts de l'hémoglobinurie spontanée présentent, en même temps que les microbes propres à cette maladie, d'autres espèces microbiennes, parmi lesquelles la plus fréquente consiste en de petits bâtonnets de $0^{\mu},4$ à $0^{\mu},6$, plus colorés à leurs extrémités qu'à leur partie centrale. Ils se développent sur les substances nutritives (agar-agar, gélatine, sérum, pommes de terre) sous la forme de colonies rondes,

(1) Cette Commission était composée de MM. Gavrilascu, Starcovici et Mihailescu.

plates, blanchâtres, transparentes, un peu saprogènes. L'inoculation de ces bacilles sous la peau ou dans les veines du lapin détermine une fièvre passagère ou la mort en une à trois semaines, avec des inflammations fibrineuses de la plèvre, du péricarde et du péritoine. Aussi doit-on supposer que la mort des lapins inoculés avec le sang des bœufs est parfois le résultat d'une injection mixte en rapport avec ces bacilles unis au microcoque de l'hémoglobinurie ou *hematococcus*.

» Les lapins inoculés avec une dose plus considérable de culture d'hématocoques ou du sang des reins des bœufs succombent souvent un jour après l'inoculation : ils présentent alors des ecchymoses très abondantes et même de l'entérite hémorragique. Le sang des lapins contient une quantité considérable de microcoques, mais ceux-ci siègent rarement dans les globules rouges. 5^{gr} d'urine rouge noirâtre d'un bœuf malade, injectés sous la peau des lapins, déterminèrent la mort de ces animaux en trois jours, avec des ecchymoses et une hyperémie des organes marquée surtout sur la muqueuse intestinale.

» *Expériences sur les bœufs.* — Les expériences tentées sur le bœuf ont été tout aussi démonstratives : 1° Deux bœufs alimentés avec du sang de bœufs morts d'hémoglobinurie ont gagné, huit jours après, une fièvre passagère qui dura deux jours. Un bœuf à qui l'on avait injecté dans la veine jugulaire 1^{gr} de sang de bœuf malade présenta, douze jours après l'opération, une fièvre qui dura trois jours, mais sans hémoglobinurie.

» 2° Comme les *hematococci* sont surtout nombreux dans le sang des reins, on injecta de 6^{gr} à 15^{gr} de ce sang dans la veine jugulaire d'un bœuf. Cet animal resta bien portant les quatorze premiers jours. Le quinzième jour, il eut une fièvre continue au-dessus de 40°; il cessa de manger, resta couché, avec une sensibilité exagérée de la région des reins et une remarquable faiblesse du train postérieur. L'urine, de couleur jaune rougeâtre, renfermait de l'hémoglobine. Le lendemain, les symptômes étaient encore plus prononcés. L'animal ne pouvait marcher, tombait aussitôt qu'on essayait de le lever et présentait des convulsions toniques, du trismus, comme dans la maladie spontanée. L'urine, peu abondante, devenue rouge noirâtre, contenait beaucoup d'hémoglobine, de l'albumine, du pigment jaune, sans globules rouges ni cylindres. Les matières fécales dures, noirâtres, étaient d'une évacuation difficile et douloureuse. Après une légère amélioration apparente qui dura vingt-quatre heures, l'animal retomba, cessa tout à fait de manger, les urines devinrent de plus en plus foncées, et la mort survint le huitième jour de la maladie, vingt-deux jours après l'inoculation, précédée de quelques mouvements convulsifs. A l'autopsie, on trouva les symptômes classiques de la maladie, les ecchymoses péritonéales, l'œdème hémorragique péristomacal et périrénal, la tuméfaction hyperémique de la rate et des reins, le rein presque noir. Il existait sur la muqueuse de la caillette des ecchymoses et de petites

érosions; sur celle des intestins, une congestion accompagnée d'ecchymoses. Le sang, surtout celui du rein, renfermait des masses d'*hematococci* caractéristiques, logés surtout dans les globules rouges.

» 3° Deux bœufs furent inoculés : le premier avec 5gr de sang d'un bœuf malade, le second avec une même dose du suc des reins. Tous les deux montrèrent une fièvre passagère, quatorze jours après l'inoculation.

» 4° Deux bœufs reçurent 10gr de sang d'un bœuf en convalescence : ils n'éprouvèrent qu'un peu de fièvre, l'un au bout de huit jours, l'autre au bout de quatorze jours.

» 5° Dans une dernière série de trois bœufs, l'un fut inoculé avec 10gr du sang d'un bœuf malade, les deux autres avec la même quantité de suc des reins. Le premier de ces animaux et l'un des deux autres furent atteints de la maladie classique, treize jours après l'inoculation. Ils présentèrent de la fièvre à 41°, de l'anorexie, la faiblesse extrême, les symptômes nerveux et l'hémoglobinurie caractéristique. Le bœuf inoculé avec le suc des reins se remit six jours après le début de la maladie, tandis que l'autre succomba le septième jour après une amélioration apparente. L'un des deux animaux, qui avait été inoculé avec le suc des reins, atteint deux jours après l'inoculation d'une maladie assez grave, avec faiblesse, perte d'appétit et fièvre, mais sans hémoglobinurie, se remit au troisième jour et guérit.

» Un autre bœuf inoculé avec pareille dose de suc des reins d'un bœuf mort d'hémoglobinurie expérimentale fut pris au douzième jour d'une fièvre passagère dont il guérit.

» Ces expériences montrent donc que le virus (cultures du sang d'animaux malades) introduit sous la peau, dans les veines ou dans les tubes digestifs, donne aux lapins une maladie expérimentale spéciale et reproduit chez le bœuf l'hémoglobinurie classique. Pour atteindre ce résultat, il faut injecter une dose assez considérable de sang ou de suc des reins dans les veines ou dans le tissu conjonctif profond. Chez le bœuf, la maladie expérimentale éclate une quinzaine de jours après l'inoculation, elle dure de six à huit jours, se guérit du cinquième au sixième jour ou bien se termine par la mort au huitième jour, après une fausse amélioration, de même que cela s'observe dans l'hémoglobinurie spontanée.

» Ces recherches, en nous faisant connaître les difficultés de la reproduction expérimentale de la maladie chez le bœuf, expliquent le faible degré de contagion de la maladie qui semble liée surtout à des conditions inhérentes au climat, à la saison, causes qui en font surtout une maladie endémique localisée dans des contrées déterminées.

» Telle est l'étiologie de cette maladie aussi importante au point de vue économique que bactériologique. »

M. **Daubrée** présente, au nom du Prince *Dom Pedro Augusto de Saxe-Cobourg*, le deuxième fascicule d'un Ouvrage, publié en langue portugaise, sur la minéralogie, la géologie et l'industrie minière du Brésil (*Breves considerações sobre mineralogia, geologia e industria mineira do Brazil*). Le premier fascicule de cette première partie de l'Ouvrage, dont l'objet est la géographie et la minéralogie, a paru l'an dernier. Parmi les espèces minérales examinées ici, suivant l'ordre alphabétique, sont l'acerdèse, l'ægirine, l'albite, l'amphibole, l'amphigène, l'analcime, l'anatase qui est si richement représentée au Brésil, l'andalousite, l'anthosidérite, l'apatite.

En outre, le même auteur fait hommage d'une étude sur le quartz du Brésil (*Algumas palavras sobre quartzo no Brazil*).

M. **A. Fortin** adresse une Note sur les taches solaires.

A 4 heures trois quarts, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 5 mai 1890.

Histoire des ballons et des aéronautes célèbres; par Gaston Tissandier. 2 Volumes. Paris, H. Launette et Cie, 1887-1890.

L'Exposition universelle; par Henri de Parville. J. Rothschild, 1890.

Causeries scientifiques, vingt-huitième année, 1888. Paris, J. Rothschild, 1890.

Bulletin météorologique du département de l'Hérault, année 1889. Montpellier, typographie Ch. Bœhm, 1890. (Présenté par M. Mascart.)

La géographie zoologique; par le Dr E.-L. Trouessart. Paris, J.-B. Baillière et fils, 1890. (Présenté par M. A. Milne-Edwards.)

Mémoires de la Société d'émulation de Montbéliard, t. XX. Montbéliard, Victor Barbier, 1889.

La grippe et son traitement par le sulfate de quinine; par le Dr P. GELLIE. Bordeaux, G. Gounouilhou, 1890.

L'extérieur du cheval; par ARMAND GOUBAUX et GUSTAVE BARBIER. Paris, Asselin et Houzeau, 1890. (Présenté par M. Chauveau.)

Le dépôt de mendicité, l'hospice départemental et l'asile de la Charité-sur-Loire; par le Dr SAMUEL GARNIER. Paris, G. Masson, 1889. (Renvoi au concours du prix de Statistique).

Statistica delle cause delle morti nell' anno 1887. Roma, tipografia elzeviriana, 1890.

Annals of the astronomical observatory of Harvard College, Vol. XXI. Part I, Vol. XXII. *Observations of the New England meteorological Society in the year* 1888. Cambridge, William H. Wheeler, printer, 1889.

Annali dei regi Istituti tecnico e nautico e della regia Scuola di costruzioni navali di Livorno. Anno 1883-1884, Serie 2, Vol. III. Livorno, tipografia di Gius. Meucci, 1890.

Memoria de los trabajos practicos realizados en las clinicas. Curso academico de 1888 *à* 1889. Zaragoza, impr. de Calisto Ariño, 1890.

Pennsylvania, geological survey, Atlas southern anthracite field, Parts II, III, V. A. A.

Transactions of the American philosophical Society, Vol. XVI. New series. Part III. Philadelphia, N. Trübner et Co, 1890.

Memoirs of the Museum of comparative Zoology at Harvard College, Vol. XVI, no 3. *Genesis of the arietidæ; by* ALPHEM HYATT. Cambridge, printed for the Museum, 1889.

De l'assistance publique et des hôpitaux jusqu'au XIXe *siècle; les hôpitaux au* XIXe *siècle; par* G. TOLLET, Ingénieur. Paris, chez l'auteur, 49, rue d'Amsterdam. (Présenté par M. le baron Larrey.) (Renvoi au concours du prix Bellion).

ERRATA.

(Séance du 28 avril 1890.)

Note de M. *Léo Vignon*, Recherches thermochimiques sur les fibres textiles.

Page 909, ligne 25, *au lieu de* Quantités de chaleur dégagées en calories, *lisez* Quantités de chaleur dégagées en Calories.

Page 910, ligne 11, *au lieu de* Voici les résultats en calories, *lisez* Voici les résultats en Calories.



On souscrit à Paris, chez GAUTHIER-VILLARS ET FILS,
Quai des Grands-Augustins, n° 55.

Depuis **1835** les **COMPTES RENDUS** hebdomadaires paraissent régulièrement le *Dimanche*. Ils forment, à la fin de l'année, deux volumes in-4°. Deux Tables, l'une par ordre alphabétique de matières, l'autre par ordre alphabétique de noms d'Auteurs, terminent chaque volume. L'abonnement est annuel et part du 1er janvier.

Le prix de l'abonnement est fixé ainsi qu'il suit :

Paris : **20** fr. — Départements : **30** fr. — Union postale : **34** fr. — Autres pays : les frais de poste extraordinaires en sus.

On souscrit, dans les Départements,

	chez Messieurs :
Agen	Michel et Médan.
Alger	Gavault St-Lager. Jourdan. Ruff.
Amiens	Hecquet-Decobert.
Angers	Germain et Grassin. Lachèse et Dolbeau
Bayonne	Jérôme.
Besançon	Jacquard.
Bordeaux	Avrard. Chaumas. Vincent. Muller (G.).
Bourges	David.
Brest	Lefournier. F. Robert. J. Robert. Ve Uzel Caroff.
Caen	Baër. Massif.
Chambéry	Perrin.
Cherbourg	Henry.
Clermont-Ferr.	Rousseau. Ribou-Collaye.
Dijon	Lamarche. Ratel. Damidot.
Douai	Lauverjat. Crépin.
Grenoble	Drevet. Gratier.
La Rochelle	Robin.
Le Havre	Bourdignon. Dombre.
Lille	Ropiteau. Lefebvre. Quarré.
Lorient	Gosse. Mme Texier.
Lyon	Beaud. Georg. Mégret. Palud. Vitte et Périssel.
Marseille	Millaud.
Montpellier	Calas. Coulet.
Moulins	Martial Place.
Nancy	Sordoillet. Grosjean-Maupin. Sidot frères.
Nantes	Loiseau. Mme Veloppé.
Nice	Barma. Visconti et Cie.
Nîmes	Thibaud.
Orléans	Luzeray.
Poitiers	Blanchier. Druineaud.
Rennes	Plihon et Hervé.
Rochefort	Boucheron-Rossignol.
Rouen	Langlois. Lestringant.
St-Étienne	Chevalier.
Toulon	Bastide. Rumèbe.
Toulouse	Gimet. Privat.
Tours	Boisselier. Péricat. Suppligeon.
Valenciennes	Giard. Lemaître.

On souscrit, à l'Étranger,

	chez Messieurs :
Amsterdam	Robbers. Feikema Caarchen et Cie.
Athènes	Wilberg.
Barcelone	Verdaguer. Piaget.
Berlin	Asher et Cie. Calvary et Cie. Friedlander et fils. Mayer et Müller.
Berne	Schmid, Francke et Cie.
Bologne	Zanichelli et Cie.
Bruxelles	Ramlot. Mayolez. Falk.
Bucharest	Haimann. Ranisteanu.
Budapest	Kilian.
Cambridge	Deighton, Bell et Co
Christiania	Cammermeyer.
Constantinople	Lorentz et Keil.
Copenhague	Höst et fils.
Florence	Lœscher et Seeber.
Gand	Hoste.
Gênes	Beuf.
Genève	Cherbuliez. Georg. Stapelmohr.
La Haye	Belinfante frères.
Lausanne	Benda. Payot.
Leipzig	Barth. Brockhaus. Lorentz. Max Rübe. Twietmeyer.
Liège	Brandt. Gnusé.
Londres	Dulau. Nutt.
Luxembourg	V. Bück.
Madrid	Fuentès et Capdeville. Librairie Gutenberg. Gonzalès e hijos. Yravedra. F. Fé.
Milan	Dumolard frères. Hœpli.
Moscou	Gautier.
Naples	Furcheim. Marghieri di Gius. Pellerano.
New-York	Christern. Westermann.
Odessa	Rousseau.
Oxford	Parker et Cie.
Palerme	Clausen.
Porto	Magalhaès.
Prague	Rivnac.
Rio-Janeiro	Garnier.
Rome	Bocca frères. Loescher et Cie.
Rotterdam	Kramers et fils.
Stockholm	Samson et Wallin.
St-Petersbourg	Librairie Française. Wolff.
Turin	Bocca frères. Brero. Clausen. Rosenberg et Sellier.
Varsovie	Gebethner et Wolff.
Verone	Drucker.
Vienne	Frick. Gerold et Cie.
Zürich	Meyer et Zeller.

TABLES GÉNÉRALES DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES :

Tomes **1er** à **31**. — (3 Août 1835 à 31 Décembre 1850.) Volume in-4°; 1853. Prix .... **15** fr.
Tomes **32** à **61**. — (1er Janvier 1851 à 31 Décembre 1865.) Volume in-4°; 1870. Prix .... **15** fr.
Tomes **62** à **91**. — (1er Janvier 1866 à 31 Décembre 1880.) Volume in-4°; 1889. Prix .... **15** fr.

SUPPLÉMENT AUX COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES :

Tome I : Mémoire sur quelques points de la Physiologie des Algues, par MM. A. Derbes et A.-J.-J. Solier. — Mémoire sur le Calcul des Perturbations qu'éprouvent les Comètes, par M. Hansen. — Mémoire sur le Pancréas et sur le rôle du suc pancréatique dans les phénomènes digestifs, particulièrement dans la digestion des matières grasses, par M. Claude Bernard. Volume in-4°, avec 32 planches; 1856 .... **15** fr.

Tome II : Mémoire sur les vers intestinaux, par M. P.-J. Van Beneden. — Essai d'une réponse à la question de Prix proposée en 1850 par l'Académie des Sciences pour le concours de 1853, et puis remise pour celui de 1856, savoir : « Étudier les lois de la distribution des corps organisés fossiles dans les différents terrains sédimentaires, suivant l'ordre de leur superposition. — Discuter la question de leur apparition ou de leur disparition successive ou simultanée. — Rechercher la nature des rapports qui existent entre l'état actuel du règne organique et ses états antérieurs », par M. le Professeur Bronn. In-4°, avec 27 planches; 1861... **15** fr.

A la même Librairie les **Mémoires de l'Académie des Sciences**, et les **Mémoires présentés par divers Savants à l'Académie des Sciences.**

N° 18.

TABLE DES ARTICLES. (Séance du 5 mai 1890.)

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE

NOMINATIONS.

RAPPORTS.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

CORRESPONDANCE.

PARIS. — IMPRIMERIE GAUTHIER-VILLARS ET FILS,
Quai des Grands-Augustins, 55.

1890

PREMIER SEMESTRE.

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

TOME CX.

N° 19 (12 Mai 1890).

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS ET FILS, IMPRIMEURS-LIBRAIRES

DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

Quai des Grands-Augustins, 55.

1890

RÈGLEMENT RELATIF AUX COMPTES RENDUS,

ADOPTÉ DANS LES SÉANCES DES 23 JUIN 1862 ET 24 MAI 1875.

Les *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie* se composent des extraits des travaux de ses Membres et de l'analyse des Mémoires ou Notes présentés par des savants étrangers à l'Académie.

Chaque cahier ou numéro des *Comptes rendus* a 48 pages ou 6 feuilles en moyenne.

26 numéros composent un volume.

Il y a deux volumes par année.

ARTICLE 1er. — *Impression des travaux de l'Académie.*

Les extraits des Mémoires présentés par un Membre ou par un Associé étranger de l'Académie comprennent au plus 6 pages par numéro.

Un Membre de l'Académie ne peut donner aux *Comptes rendus* plus de 50 pages par année.

Les communications verbales ne sont mentionnées dans les *Comptes rendus*, qu'autant qu'une rédaction écrite par leur auteur a été remise, séance tenante, aux Secrétaires.

Les Rapports ordinaires sont soumis à la même limite que les Mémoires; mais ils ne sont pas compris dans les 50 pages accordées à chaque Membre.

Les Rapports et Instructions demandés par le Gouvernement sont imprimés en entier.

Les extraits des Mémoires lus ou communiqués par les correspondants de l'Académie comprennent au plus 4 pages par numéro.

Un Correspondant de l'Académie ne peut donner plus de 32 pages par année.

Dans les *Comptes rendus*, on ne reproduit pas les discussions verbales qui s'élèvent dans le sein de l'Académie; cependant, si les Membres qui y ont pris part désirent qu'il en soit fait mention, ils doivent rédiger, séance tenante, des Notes sommaires, dont ils donnent lecture à l'Académie avant de les remettre au Bureau. L'impression de ces Notes ne préjudicie en rien aux droits qu'ont ces Membres de lire, dans les séances suivantes, des Notes ou Mémoires sur l'objet de leur discussion.

Les Programmes des prix proposés par l'Académie sont imprimés dans les *Comptes rendus*, mais les Rapports relatifs aux prix décernés ne le sont qu'autant que l'Académie l'aura décidé.

Les Notices ou Discours prononcés en séance publique ne font pas partie des *Comptes rendus*.

ARTICLE 2. — *Impression des travaux des Savants étrangers à l'Académie.*

Les Mémoires lus ou présentés par des personnes qui ne sont pas Membres ou Correspondants de l'Académie peuvent être l'objet d'une analyse ou d'un résumé qui ne dépasse pas 3 pages.

Les Membres qui présentent ces Mémoires sont tenus de les réduire au nombre de pages requis. Le Membre qui fait la présentation est toujours nommé; mais les Secrétaires ont le droit de réduire cet Extrait autant qu'ils le jugent convenable, comme ils le font pour les articles ordinaires de la correspondance officielle de l'Académie.

ARTICLE 3.

Le *bon à tirer* de chaque Membre doit être remis à l'imprimerie le mercredi au soir, ou, au plus tard, le jeudi à 10 heures du matin; faute d'être remis à temps, le titre seul du Mémoire est inséré dans le *Compte rendu* actuel, et l'extrait est renvoyé au *Compte rendu* suivant, et mis à la fin du cahier.

ARTICLE 4. — *Planches et tirage à part.*

Les *Comptes rendus* n'ont pas de planches.

Le tirage à part des articles est aux frais des auteurs; il n'y a d'exception que pour les Rapports et les Instructions demandés par le Gouvernement.

ARTICLE 5.

Tous les six mois, la Commission administrative fait un Rapport sur la situation des *Comptes rendus* après l'impression de chaque volume.

Les Secrétaires sont chargés de l'exécution du présent Règlement.

Les Savants étrangers à l'Académie qui désirent faire présenter leurs Mémoires par MM. les Secrétaires perpétuels sont priés de les déposer au Secrétariat au plus tard le Samedi qui précède la séance, avant 5h. Autrement la présentation sera remise à la séance suivante

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 12 MAI 1890,

PRÉSIDENCE DE M. HERMITE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ASTRONOMIE. — *Nouvelles photographies lunaires de MM.* Henry, *de l'observatoire de Paris*. Note de M. Mouchez.

« Les nouvelles photographies lunaires aujourd'hui présentées à l'Académie viennent d'être obtenues par MM. Henry à l'aide de l'équatorial de $0^m,32$ destiné à la Carte du Ciel.

» En les comparant à celles que nous avons de l'étranger dans nos collections, on voit qu'elles sont en progrès réel sur tout ce qui a été fait jusqu'ici, soit en Angleterre, soit aux États-Unis, avec des instruments beaucoup plus puissants, d'une ouverture trois fois plus grande; en donnant à l'image de la Lune un diamètre d'environ 1^m, nous obtenons des détails plus nombreux, mieux définis et mieux modelés.

» La supériorité de ces résultats tient non seulement à la perfection des objectifs de MM. Henry, mais aussi au procédé d'agrandissement direct qu'ils réalisent en adaptant un appareil spécial à l'oculaire de la lunette. Les clichés qu'on obtient ainsi donnent aux images une netteté

beaucoup plus grande que celle que donne l'agrandissement après coup d'un cliché ou d'une épreuve.

» L'édifice du grand équatorial coudé étant terminé, on va procéder immédiatement au montage de l'instrument, qui pourra être essayé cet été. MM. Henry espèrent obtenir avec cette grande lunette, qui sera pourvue d'un objectif photographique de $0^{m},60$ de diamètre, c'est-à-dire double de celui qu'ils emploient actuellement, des résultats d'un grand intérêt.

» Ces astronomes ont commencé aussi à faire des photographies de spectres d'étoiles, dont quelques spécimens sont mis sous les yeux de l'Académie. »

ASTRONOMIE. — *Sur le Volume III des « Annales de l'observatoire de Nice »*; par M. FAYE.

« Ce Volume, dont M. Bischoffsheim m'a prié de faire hommage à l'Académie, contient une série de travaux importants. On y trouve d'abord le Mémoire de feu M. Thollon sur les raies du spectre solaire observé à l'aide du puissant spectroscope de cet ingénieux physicien, qui a donné les dernières années de sa vie à l'observatoire de Nice. L'Atlas joint à ce Volume est entièrement consacré à cette œuvre; le graveur l'a reproduite avec un talent hors ligne, dans les plus belles Planches que l'on ait encore publiées en ce genre. C'est un véritable monument que l'observatoire de Nice offre aujourd'hui aux astronomes et aux physiciens voués à l'étude de cette branche si féconde de la Science.

» Le reste de l'Ouvrage, dont la belle exécution matérielle fait le plus grand honneur à la maison de MM. Gauthier-Villars, renferme le calcul des perturbations de la planète Vesta par l'habile et dévoué directeur de l'observatoire, M. Perrotin. Ce travail est complet; pour en déduire les Tables numériques de cet astéroïde, sur le plan de celles des grandes planètes de notre système, il suffira de comparer plus tard cette théorie avec les observations, afin d'obtenir les éléments définitifs, le calcul numérique des Tables ne devant présenter dès lors aucune difficulté.

» Puis viennent les observations d'étoiles faites au grand cercle méridien de Brunner, celles des petites planètes et des comètes, périodiques ou non, suivies jusqu'au dernier terme de leur visibilité.

» Ainsi, l'observatoire de Nice aura largement payé son tribut à la Science par ses observations de tout genre, la découverte d'astres nou-

veaux, le calcul de leurs orbites et l'étude de leurs perturbations. Les Volumes suivants contiendront, en outre, des travaux d'une autre espèce, dont le magnifique spectre solaire de M. Thollon nous donne déjà le début et où nous verrons figurer les études faites au grand équatorial dont M. Bischoffsheim a doté cet établissement. On est heureux de constater que l'observatoire de Nice est entré, dès ses premières années, dans une voie féconde et justifie les espérances que sa création avait fait concevoir au monde savant. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Expériences sur les déformations que subit l'enveloppe solide d'un sphéroïde fluide, soumis à des effets de contraction : applications possibles aux dislocations du globe terrestre;* par M. DAUBRÉE.

« Les dislocations et les déformations innombrables que l'écorce terrestre a subies, depuis l'époque où elle s'est consolidée, peuvent être rapportées à deux grandes catégories.

» Des séries de couches atteignant souvent des milliers de mètres d'épaisseur, pliées et repliées sur elles-mêmes, ainsi que les cassures qui s'y rattachent, résultent avec évidence de compressions latérales ou horizontales.

» Des déformations d'un autre type se sont produites dans l'écorce du globe. Quoiqu'elles ne se trahissent pas d'une manière aussi manifeste, elles peuvent affecter des étendues beaucoup plus considérables encore que les dislocations proprement dites. Au lieu de ressortir de la structure même du sol, elles s'accusent surtout par les traits généraux de son relief, comparés au sphéroïde régulier. Les protubérances continentales, dans leurs contours généraux, ainsi que dans leurs contrastes avec les profondeurs des mers, paraissent trahir d'anciens bossellements ou changements de courbure, dont l'examen n'intéresse pas moins la géographie que la géologie. Quoique devant être distingués l'un de l'autre, ces deux types de déformations se sont parfois superposés.

» C'est dans le refroidissement du globe et dans les tiraillements auxquels son écorce a été soumise par suite de contractions internes que paraît être la cause de ces deux modes de perturbations, ainsi qu'Élie de Beaumont l'a magistralement exposé.

» Quand on cherche à appliquer l'expérimentation aux phénomènes géologiques, il est toujours malaisé de reproduire les circonstances du

phénomène naturel. Cela n'empêche pas cependant d'arriver parfois à des conclusions dignes d'intérêt. Il en est ainsi de la belle expérience de Plateau sur l'aplatissement d'un sphéroïde liquide soumis à la rotation.

» En cherchant à voir si l'enveloppe d'un sphéroïde qui se contracte peut acquérir des déformations et des dislocations ayant quelque ressemblance avec celles de la nature, je n'ai nullement prétendu imiter l'ensemble des conditions dans lesquelles se trouvait le globe terrestre. La réalisation d'un problème aussi complexe paraît bien difficile, si ce n'est impossible. Les tensions éprouvées par l'écorce solide sous l'influence de la pesanteur, la réaction exercée par le noyau liquide interne, l'accumulation des mers dans les dépressions qui complique le phénomène, sont des facteurs qui ne figurent pas ici. Toutefois, les expériences dont il va être rendu compte sommairement, et qui seraient susceptibles de bien des perfectionnements, visent quelques termes du problème et peuvent donner une première idée de leur importance relative. Parfois des analogies dans les effets fournissent certaines indications utiles, et les différences elles-mêmes, qui séparent l'expérience de la nature, ne sont pas moins significatives que les analogies.

» Ces expériences ont été exécutées en partie au Muséum, dans le laboratoire de notre obligeant Confrère M. Fremy, et avec le concours empressé de M. Sauvageot, auquel je me fais un plaisir d'adresser mes remerciements.

» J'exposerai aujourd'hui l'un des deux procédés qui ont été mis en œuvre.

Déformations de sphéroïdes aplatis soumis à une contraction par suite de leur adhérence avec un sphéroïde intérieur qui, lui-même, se contracte.

» Dans le but d'obtenir les sphéroïdes aplatis, qui devaient être soumis à une contraction graduelle, j'ai eu recours au procédé suivant. Des ballons sphériques en caoutchouc vulcanisé avaient été renforcés, chacun, aux deux extrémités d'un même diamètre, par une série de rondelles aussi en caoutchouc, collées les unes sur les autres, avec des dimensions décroissantes. L'épaisseur des parois s'affaiblissait donc graduellement dans chaque hémisphère, à partir du pôle. En raison de ces deux surépaisseurs polaires, une pression exercée intérieurement distendait d'une manière inégale les parois du ballon, qui se transformait ainsi en un sphéroïde, d'autant plus aplati que la pression interne devenait plus forte. Un tirant intérieur en caoutchouc qui reliait les deux pôles contribuait encore à ce résultat. La tubulure du ballon était mise graduellement en communi-

cation avec de l'eau ayant une charge d'environ 40^m; l'aplatissement se produisait rapidement, accompagné souvent d'irrégularités, c'est-à-dire d'ampoules étendues, à cause de l'inégalité habituelle d'épaisseur du caoutchouc.

» Quant aux substances destinées à montrer les effets de contraction, dont le sphéroïde était revêtu, on en a essayé de très diverses : le mastic à mouler, composé d'un mélange de stéarine fondue et de plâtre qui m'avait très utilement servi dans les expériences antérieures sur les cassures; le plâtre; le blanc de baleine; la cire à cacheter; l'axonge; la cire d'abeilles et la paraffine, appliquées soit par fusion, soit à l'aide d'un dissolvant, alcool ou éther; la gomme laque dissoute dans la térébenthine ou dans l'alcool. Les meilleurs résultats ont été obtenus avec la paraffine appliquée par fusion, à une température convenable, ainsi qu'avec la cire d'abeilles préalablement dissoute dans l'alcool. Cette croûte solide et un peu plastique représentait donc l'écorce terrestre, dont le noyau pâteux correspondait au sphéroïde intérieur de caoutchouc ([1]). L'épaisseur de la croûte a varié ordinairement de $0^{mm},1$ à $0^{mm},2$, c'est-à-dire de $\frac{1}{500}$ à $\frac{1}{250}$ du rayon du sphéroïde.

» *Production de plis et de cassures.* — Amené à l'état de sphéroïde aplati, le ballon est fermé, puis plongé dans un bain de paraffine fondue, d'où on le retire recouvert d'une enveloppe fluide ou visqueuse, qui ne tarde pas à se solidifier. Si, alors, on fait écouler l'eau intérieure très lentement, goutte à goutte, l'enveloppe, en se contractant, subit des cassures. On voit d'abord se former, de chaque côté de l'équateur et dans son voisinage, deux fissures qui lui sont parallèles. Quelques instants après, d'autres fissures, également dirigées suivant des parallèles, apparaissent à proximité des premières; elles se produisent peu à peu, à des distances de plus en plus grandes de l'équateur, ainsi qu'il est facile de le comprendre. En s'allongeant graduellement, elles arrivent à occuper 60 et 80 degrés et au delà. La formation de ces cassures s'arrête aux abords des régions polaires, que préserve leur surépaisseur. Il se produit aussi des fissures qui se rapprochent du méridien, mais bien plus rares et plus tardives.

» A mesure que la contraction du noyau continue, les fissures changent peu à peu de caractères. On voit les deux lèvres de chaque cassure se sé-

---

([1]) Ces ballons, munis d'une tubulure aboutissant à l'un des pôles, avaient 10^{cm} de diamètre et 1^{mm} environ d'épaisseur dans leur partie mince, avec un renfort polaire atteignant 5^{mm}.

parer du noyau, se redresser en forme de toit, puis il y a rupture sur l'arête culminante de ses redressements. Souvent l'un des deux côtés est refoulé sur l'autre qui se renverse, de telle sorte qu'il le recouvre en partie. Ces derniers effets rappellent ceux que l'on connaît dans l'écorce terrestre, et dont la présence est chaque jour mieux constatée.

» On peut faire varier l'épaisseur de l'enveloppe, qui était ordinairement de $0^{mm},5$, soit en abaissant de quelques degrés la température du bain de la matière fondue, soit en y plongeant le ballon à plusieurs reprises. Tantôt le revêtement soumis à l'expérience était à peine refroidi et solidifié, tantôt il l'était depuis plusieurs jours. De là certaines modifications dans les effets obtenus.

» Dans les conditions des expériences précitées, les plissements, comme on vient de le voir, ont une tendance manifeste à se faire suivant des parallèles, et aussi, mais avec moins de netteté, suivant des méridiens. Toutefois, il ne faut pas oublier que nous avons affaire ici à des réactions élastiques qui sont fortement influencées, d'un côté par les surépaisseurs polaires, d'un autre côté par le tirant en caoutchouc qui oppose un obstacle à l'allongement de l'axe polaire. Ces circonstances expliquent aussi pourquoi c'est dans les régions équatoriales que les plis dirigés suivant des parallèles se produisent avec une sorte de préférence, dont l'intensité décroît de l'équateur vers les pôles. Il n'y a donc pas à s'étonner de la différence de ce résultat expérimental avec la loi observée dans les déformations du sphéroïde terrestre, d'un recul progressif des zones plissées vers le sud.

» *Production de bossellements : bombements et dépressions.* — Lorsque l'enveloppe solide est plus épaisse et faiblement adhérente, les effets obtenus sont différents.

» Ces nouvelles conditions peuvent se réaliser, lorsque le bain de paraffine où l'on plonge le ballon est moins chaud, et par conséquent plus visqueux que dans les premiers essais. La contraction du noyau intérieur s'opérant peu à peu par suite de l'écoulement graduel du liquide, l'enveloppe, trop rigide pour suivre son noyau, s'en détache dans certaines parties, tout en restant adhérente sur d'autres. A chaque instant, cette enveloppe est en effet forcée de se modifier et de prendre une forme en rapport avec la réduction de volume qu'elle doit subir. De cette sorte de lutte résultent des bombements, accompagnés et avoisinés par des dépressions du même genre. Ce sont des déformations générales, ordinairement sans accompagnement de fractures. Des craquements annoncent les tiraillements intérieurs cau-

sés par l'adhérence et, quoique la contraction du noyau soit lente et graduelle, comme l'écoulement goutte par goutte du filet d'eau qui en est la cause, ces craquements sont intermittents. Sous les bombements, se produisent des vides entre l'écorce et le noyau (¹).

» La configuration générale qu'acquiert l'enveloppe ainsi déformée n'est pas toujours la même. Elle varie d'une expérience à l'autre, suivant la manière dont cette couche d'épreuve a été sollicitée par le ballon avant de l'abandonner. Par suite des bombements et des dépressions qui se produisent, la nouvelle figure peut prendre une ressemblance grossière avec un polyèdre dont les angles et les arêtes auraient été très fortement émoussés et arrondis.

» Ces formes diverses que prend successivement un sphéroïde dont le volume décroît graduellement, en même temps que les éléments linéaires sont astreints à conserver sensiblement la même longueur, au moins dans la plus grande partie de la superficie, ne sont peut-être pas sans application pour l'intelligence de celles qu'a prises successivement notre globe depuis la première consolidation de son écorce, bien que, comparées à ces dernières, les déformations artificielles présentent des exagérations énormes.

» En tout cas, ces transfigurations successives mériteraient peut-être d'être suivies et étudiées par les géomètres.

» Une même expérience peut produire des plis et des cassures, en même temps que des bossellements, par exemple lorsque, avant d'appliquer la paraffine, on saupoudre de poussière de talc le ballon de caoutchouc, de manière à diminuer son adhérence.

BOTANIQUE. — *Sur les retards de la frondaison en Provence, au printemps de* 1890. Note de M. G. DE SAPORTA.

« L'abaissement relatif de la température, joint à la permanence de l'humidité, ayant exercé une influence très sensible, au printemps de cette année, sur la végétation du midi de la France, il m'a paru intéressant de relever l'état de la frondaison, à la date des premiers jours de mai, dans une localité remarquablement fraîche et peuplée d'arbres exotiques, située

(¹) Ce ne sont pas les conditions de l'écorce terrestre qui, d'après M. Collignon, ne peut ainsi former voûte, à cause de son énorme poids (*Traité de Mécanique*).

à Saint-Zacharie (Var), dans la haute vallée de l'Huveaune, à une altitude de 200^{m} environ. Là, comme dans toute la région provençale, la frondaison du Chêne ordinaire (*Quercus pubescens* Wild.) s'est trouvée en retard d'au moins douze jours sur ce qui a lieu dans les années normales, et les bourgeons de cette espèce commencent à peine à évoluer. Je remarque au contraire qu'un pied adulte de *Quercus pedunculata* Ehrh. est revêtu de feuilles pleinement épanouies et développées. D'autres Chênes, non spontanés également, sont très en retard : il en est ainsi des *Quercus lusitanica* Webb, *Cerris* L., *nigra* Cat., *palustris* Dur., *dentata* Thbg., dont les bourgeons s'ouvrent à peine; tandis que le *Quercus crispula* Bl. est entièrement vert. Le *Quercus pseudo-suber* Santi, qui est spontané dans l'arrondissement de Grasse (Alpes-Maritimes), ne donne encore aucun signe de végétation, pas plus que ne le font les *Quercus virens* Ait., *Phellos* L. et le *Q. Toza* Bosc; mais ce dernier offre la particularité de ne développer normalement ses feuilles que dans le courant de mai. Le *Quercus Mirbeckii* Mirb. est plus avancé, bien que ses feuilles soient encore loin de leur complète expansion. C'est dans ce même état que se trouvent les *Quercus Libani* Ol. et *infectoria* Ol., dont il existe également des pieds adultes. Les Hêtres (*Fagus sylvatica* L.), qui forment un peuplement nombreux, emprunté à la forêt voisine de la Sainte-Baume, laissent voir entre eux de très grandes diversités : les uns sont couverts de feuilles, tandis que d'autres commencent à peine à les faire paraître; d'autres enfin présentent sur le même individu des branches feuillées et d'autres dont les bourgeons sont encore clos. J'ai de plus observé cette particularité que les pieds les plus en retard appartenaient à la variété *pendula,* tandis que la variété *purpurea* était déjà couverte de toutes ses feuilles, revêtues de leur teinte caractéristique.

» Je laisse de côté bien des essences qui pourraient donner lieu à des remarques analogues, pour m'attacher à celles qui frappent par leur masse : les Platanes (*Platanus occidentalis* L.) sont très en retard; leurs premières feuilles percent à peine; il en est de même des Tulipiers (*Liriodendron tulipiferœ* L.) et de certains Aunes, particulièrement des *Alnus cordata* Dub. et *subcordata* C.-A. Mey. Le *Maclura aurantiaca* est encore comme en plein hiver. La même remarque s'applique aux Catalpas (*Catalpa bignonioides* Walt.) et à l'Ailante (*Ailanthus glandulosa* Desf.). Les Frênes, particulièrement les *Fraxinus excelsior* L., *Ornus* L., *juglandifolia* Lam., même l'espèce indigène, *F. australis* Gay donnent à peine les premiers signes de végétation. La floraison des Lilas en est à ses débuts. Les Tilleuls (*Tilia grandifolia* Ehrh., *T. argentea* Desf., *T. americana* L.,

T. pubescens Ait.) n'ont que des feuilles encore tendres et incomplètement évoluées, tandis que les divers Bouleaux (*Betula alba* L., *B. nigra* Dur., *B. Bojpalthra* Wall., *B. pubescens* Ehrh.) sont également et entièrement verts. Par contre, les Érables (*Acer campestre* L., *monspessulanum* L., *pseudoplatanus* L., *platanoides* L., *opulifolium* Vill., *Negundo* L.) sont couverts de feuilles. Le seul Érable en retard est l'*A. neapolitanum* Ten., qui se comporte à cet égard comme une espèce tranchée, gardant ses feuilles en automne plus longtemps que l'*Acer opulifolium* et les développant au printemps après celui-ci. J'ai été frappé de cette remarque générale, qui s'applique aux Érables aussi bien qu'aux Hêtres et à d'autres encore, que les individus qui en automne avaient gardé leurs feuilles vertes le plus tard étaient aussi ceux qui les développaient les premiers au printemps, comme si l'activité de leurs fonctions les mettait à même de réagir plus efficacement contre l'influence des milieux. Les Marronniers eux-mêmes, obéissant à l'impulsion générale, n'ont encore leurs thyrses floraux qu'en boutons; il en est plus spécialement ainsi de l'*Æsculus rubicunda* Hort.

» J'ajouterai que le *Ginkgo biloba* Kæmpf. fait partie de la catégorie des arbres dont la frondaison est le plus en retard, et j'en dirai autant des *Taxodium distichum* Rich., *mucronatum* Dne et *sinense* Hort.

» Il convient encore de mentionner l'absence de feuilles sur la plupart des *Ulmus* (*Ulmus campestris* L. et *montana* Sm.), celui-ci encore couvert de ses samares. Un pied adulte d'*Ulmus ciliata* L. se montre complètement dépouillé, et un peu plus loin le *Juglans regia laciniata* commence à peine d'entr'ouvrir ses bourgeons. Mais de tous ces arbres celui dont le retard est le plus marqué est le *Robinia pseudacacia* L., qu'on croirait mort si, en y regardant de près, l'extrémité de certains bourgeons ne laissait entrevoir une pointe de verdure.

» Il serait à souhaiter que l'on parvînt à préciser la vraie cause de tant de contrastes, et que l'on recherchât dans quelle mesure les exigences du sol et du climat, la nature de la station et les tendances mêmes de chaque espèce soit indigène, soit introduite, ont pu se combiner avec les circonstances exceptionnelles que la Provence vient de traverser, pour entraîner de pareils résultats.

» Aix, 3 mai 1890. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Correspondant pour la Section de Physique, en remplacement de feu M. *Hirn*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 52,

M. Raoult obtient. . . . . 42 suffrages
M. Bichat » . . . . 10 »

M. **Raoult**, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est élu Correspondant de l'Académie.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination de Commissions chargées de présenter des questions de prix pour l'année 1892.

Le dépouillement du scrutin donne les résultats suivants :

Prix Gay (*Géographie physique*). — MM. Bouquet de la Grye, Grandidier, d'Abbadie, Jurien de la Gravière, Milne-Edwards réunissent la majorité des suffrages. Les membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Daubrée et Pâris.

Prix Pourat (*Physiologie*). — MM. Marey, Brown-Séquard, Bouchard, Ranvier, Charcot réunissent la majorité des suffrages. Les membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Chauveau, de Lacaze-Duthiers.

Prix Vaillant. — MM. Daubrée, Fouqué, Bertrand, Gaudry, Des Cloizeaux réunissent la majorité des suffrages. Les membres qui, après eux, ont obtenu le plus de voix sont MM. Hermite et Milne-Edwards.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Sur un appareil hydraulique avec nouveau modèle de turbine pour l'utilisation continue de la force des marées.* Mémoire de M. **Paul Decœur**, présenté par M. Maurice Lévy. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires : MM. Bertrand, Lévy, Haton de la Goupillière.)

« En étudiant les questions relatives à l'amélioration de la navigation à l'embouchure de la Seine, j'ai trouvé qu'il serait avantageux de fixer le chenal au moyen de digues insubmersibles, en utilisant comme réservoirs de force motrice les grandes surfaces qu'on pourrait ainsi séparer de la mer.

» On n'avait pas encore indiqué de moyen pratique pour l'utilisation continue de la force des marées. L'appareil hydraulique décrit dans le Mémoire joint à cette Note paraît résoudre la question avec le minimum de frais d'installation.

» Les turbines, d'un système simple, sont placées, à l'abri des coups de mer, dans un barrage transversal créant une chute entre deux bassins consécutifs, dont l'un s'emplit à marée haute, l'autre se vidant à mer basse, et qui sont disposés de façon que, pour une marée de 3^m, la chute moyennement utilisée soit de 2^m, ne pouvant s'écarter que de $0^m,40$ au plus de cette moyenne, de façon à rester toujours comprise entre un maximum de $2^m,40$ et un minimum de $1^m,60$.

» Pour des marées variant de 3^m à 8^m, on obtiendrait sur l'arbre de la turbine une force minimum de 300 chevaux par kilomètre carré de surface totale endiguée. La force moyenne dépasserait 600 chevaux pour l'amplitude moyenne de $5^m,50$.

» La dépense d'installation, y compris les digues et les machines dynamo-électriques pour le transport de la force, serait d'environ 1000^{fr} par cheval.

» Le système de turbine proposé présente des perfectionnements intéressants pour l'entrée et la sortie de l'eau. L'eau est rejetée dans une sorte d'éjecteur circulaire que j'ai déjà appliqué avec succès aux pompes centrifuges. L'augmentation de rendement due à ce système d'éjecteur a été

constatée par des expériences faites à l'arsenal de Brest et publiées dans le *Mémorial du Génie maritime* (1re livraison, 1887). »

M. L. Daille adresse un Mémoire accompagné de Planches « Sur l'*Uredo viticida* ».

(Commissaires : MM. Duchartre, Chatin, Van Tieghem.)

M. Domingos Freire, professeur à la Faculté de Médecine de Rio Janeiro, annonce à l'Académie que le scorbut est une maladie parasitaire et qu'il pense en avoir isolé le microbe.

(Commissaires : MM. Duclaux, Larrey.)

M. Domingos Freire adresse une Note « Sur l'allotropie du brome ».

(Commissaires : MM. Troost, Schützenberger.)

M. Georges Jacquemin soumet au jugement de l'Académie un Mémoire ayant pour titre : « De l'influence des différentes levures de fruits sur le bouquet des boissons fermentées et de la production d'un cidre d'orge ».

(Commissaires : MM. Duclaux, Gautier.)

CORRESPONDANCE.

M. Amagat, nommé Correspondant pour la Section de Physique, adresse ses remerciements à l'Académie.

M. Ch. Lauth prie l'Académie de vouloir bien le comprendre parmi les candidats à la place d'Académicien libre laissée vacante par le décès de M. *Cosson*.

(Renvoi à la Commission.)

M. **Bouquet de la Grye** fait hommage à l'Académie, pour la Bibliothèque de l'Institut, des Cartes publiées par le Service hydrographique de la Marine pendant le mois d'avril 1890 :

4321. Cours de la Loire depuis Nantes jusqu'à son embouchure.
4336. Environs de Stykkisholmr (Islande).
4338. Mouillage de Sidi-el-Reis (Tunisie).
4372. Mouillages à la côte nord-ouest de Madagascar.
4373. De la pointe de Corsen à Saint-Mathieu (côtes occidentales de France).
4378. Baies Ampamonty et Ampasindava (côte nord-ouest de Madagascar).
4338. Ports et mouillages dans les îles Samoa (océan Pacifique).
4390. Mouillages dans l'île Sainte-Lucie (Antilles).

GÉODÉSIE. — *Écart entre la surface de la Terre supposée fluide et celle d'un ellipsoïde de révolution ayant mêmes axes.* Note de M. **O. Callandreau**, présentée par M. Tisserand.

» On sait que l'écart en question est de l'ordre du carré de l'aplatissement; l'équation de la courbe méridienne de la surface terrestre supposée fluide peut s'écrire

$$\frac{r}{a}=\left(\frac{1+\lambda_1^2}{1+\lambda_1^2\cos^2\theta}\right)^{\frac{1}{2}}+\lambda_1^4 x_1\cos^2\theta\sin^2\theta;$$

θ est l'angle du rayon vecteur r avec l'axe polaire de longueur $2a$; λ_1 est défini par l'équation

$$\frac{b^2}{a^2}=1+\lambda_1^2,$$

où b désigne le rayon équatorial.

» En premier lieu, la théorie de Clairaut, étendue aux termes de l'ordre du carré de l'aplatissement, montre que x_1 est négatif: la surface fluide est donc déprimée relativement à l'ellipsoïde.

» En second lieu, il résulte aussi des formules du Mémoire que j'ai publié dans le tome XIX des *Annales de l'Observatoire de Paris* (p. 24 et 51) l'inégalité suivante

$$-x_1<\frac{3}{8}\,\frac{\int_0^1\varepsilon^2\eta(2+\eta)\,\mathrm{D}\,a^6\,da}{\varepsilon_1^2\,\mathrm{D}_1};$$

ε, η, D et a ont la même signification que dans les Communications de

MM. Tisserand et Radau (*Comptes rendus*, 1884 et 1885); ε_1 et D_1 sont les valeurs de ε et D pour la surface.

» J'ai observé que la quantité $\varepsilon^2\eta(2+\eta)Da^3$ croît avec a *quelle que soit* la loi des densités à l'intérieur du globe terrestre supposé fluide. Il résulte de là et de l'inégalité écrite plus haut

$$-x_1 < \tfrac{3}{8}\eta_1(2+\eta_1)\int_0^1 a^3\,da \qquad \text{ou} \qquad -x_1 < \tfrac{3}{32}\eta_1(2+\eta_1).$$

» Si l'on fait, dans le cas de la Terre,

$$\lambda_1^2 = 2\varepsilon_1 = \tfrac{1}{150}, \qquad \eta_1 = 0{,}54,$$

la dépression de la surface, maximum pour la latitude de 45°, atteint au plus $9^m,1$.

» Pour établir la propriété de $\varepsilon^2\eta(2+\eta)Da^3$, on prend la dérivée par rapport à a; elle s'écrit

$$a^2\varepsilon^2[2\eta^2(2+\eta)D + 2D(1+\eta)a\eta' + \eta(2+\eta)aD' + 3\eta(2+\eta)D];$$

multipliant tous les termes par $2(1+\eta)$, ayant égard à l'équation de M. Radau,

$$(a\eta' + 5\eta + \eta^2)D + 2(1+\eta)aD' = 0,$$

l'expression ci-dessus devient

$$\frac{a^2\varepsilon^2 D}{2(1+\eta)}[4\eta^2(2+\eta)(1+\eta) + 4(1+\eta)^2 a\eta' \\ - \eta(2+\eta)(a\eta' + 5\eta + \eta^2) + 6\eta(2+\eta)(1+\eta)].$$

» Ayant ensuite égard à l'inégalité $a\eta' > \eta^2 - 3\eta$, signalée par M. Poincaré (*Comptes rendus*, t. CVII, p. 69), la même expression se trouve, toutes réductions faites, plus grande que

$$\frac{a^2\varepsilon^2 D\eta^2}{2(1+\eta)}(1 + 4\eta + 3\eta^2) = \frac{a^2\varepsilon^2 D\eta^2(3\eta+1)}{2};$$

elle est donc toujours positive, d'où résulte la propriété annoncée.

» Au cours du Mémoire mentionné, j'avais supposé $a\eta' > 0$, ce qui conduisait à une dépression maximum de 7^m.

» Le nouveau résultat, à peine différent du précédent, ne fait plus intervenir d'hypothèse.

» Il me paraît utile de remarquer que le chiffre trouvé, soit 9^m, est précisément conforme aux évaluations de M. Helmert dans sa *Géodésie supérieure* (t. II, § 36). »

GÉOMÉTRIE. — *Sur les surfaces qui possèdent un réseau de géodesiques conjuguées.* Note de M. C. GUICHARD, présentée par M. Darboux.

« Sur une surface Σ considérons un réseau de courbes, les courbes $v=$ const. étant des géodésiques, les courbes $u=$ const. leurs trajectoires conjuguées. Désignons par $\alpha_1, \beta_1, \gamma_1$ les cosinus directeurs de la normale à la surface; par α, β, γ ceux de la tangente à la courbe $v=$ const.; par α', β', γ' ceux de la tangente à la courbe $u=$ const. Les hypothèses faites donnent les relations

$$(1) \qquad \Sigma\alpha\alpha_1 = 0,$$

$$(2) \qquad \Sigma\alpha\frac{\partial\alpha_1}{\partial v} = 0,$$

$$(3) \qquad \frac{\frac{\partial\alpha}{\partial u}}{\alpha_1} = \frac{\frac{\partial\beta}{\partial u}}{\beta_1} = \frac{\frac{\partial\gamma}{\partial u}}{\gamma_1}.$$

» Différentions l'équation (2) par rapport à u; on aura, en tenant compte des relations (3),

$$(4) \qquad \Sigma\alpha\frac{\partial^2\alpha_1}{\partial u\,\partial v} = 0.$$

» Les équations (1), (2), (4) montrent que $\alpha_1, \beta_1, \gamma_1$ sont solutions d'une équation de la forme

$$(5) \qquad \frac{\partial^2\theta}{\partial u\,\partial v} = \mathrm{P}\frac{\partial\theta}{\partial v} + \mathrm{Q}\theta.$$

» Réciproquement, s'il en est ainsi, et si le réseau (u, v) est formé de courbes conjuguées, les courbes $v=$ const. sont des géodésiques. Pour que les courbes $u=$ const. soient aussi des géodésiques, il faut et il suffit que P soit nul.

» Or il est facile de démontrer que toutes les équations de forme

$$\frac{\partial^2\theta}{\partial u\,\partial v} = \mathrm{Q}\theta,$$

qui admettent comme solutions les trois cosinus directeurs d'une droite, rentrent, quand on choisit convenablement les variables, dans le groupe

suivant

$$(6) \qquad \frac{\partial^2 \theta}{\partial u \, \partial v} = \theta \cos\varphi,$$

φ étant solution de

$$(7) \qquad \frac{\partial^2 \varphi}{\partial u \, \partial v} = \sin\varphi.$$

» L'équation du plan tangent à la surface cherchée étant

$$\alpha_1 x + \beta_1 y + \gamma_1 z = r,$$

r sera une solution quelconque de l'équation (6).

» L'équation (7) intervient dans la recherche des surfaces à courbure totale constante. On voit comment notre problème se rattache à cette importante théorie.

» Voici maintenant une autre propriété de nos surfaces. Reprenons la surface générale Σ; les tangentes aux courbes de paramètres v sont normales à une infinité de surfaces. Soit S_1 l'une d'elles; les courbes de paramètres u et v sont les lignes de courbure de S_1. Si x_1, y_1, z_1 sont les coordonnées d'un point M_1 de S_1, on aura

$$\frac{\partial x_1}{\partial u} = h\alpha_1, \qquad \frac{\partial y_1}{\partial u} = h\beta_1, \qquad \frac{\partial z_1}{\partial u} = h\gamma_1,$$
$$\frac{\partial x_1}{\partial v} = l\frac{\partial \alpha_1}{\partial v}, \qquad \frac{\partial y_1}{\partial v} = l\frac{\partial \beta_1}{\partial v}, \qquad \frac{\partial z_1}{\partial v} = l\frac{\partial \gamma_1}{\partial v};$$

l et h satisfont aux équations

$$(8) \qquad \begin{cases} \dfrac{\partial h}{\partial v} = lQ, \\ h = lP + \dfrac{\partial l}{\partial u}. \end{cases}$$

» Les tangentes aux courbes $v = \text{const.}$ de S_1 touchent une seconde surface S_2 en un point M_2, ayant pour coordonnées

$$x_2 = x_1 - l\alpha_1, \qquad y_2 = y_1 - l\beta_1, \qquad z_2 = z_1 - l\gamma_1;$$

on trouve alors

$$\frac{\partial x_2}{\partial u} = \left(h - \frac{\partial l}{\partial u}\right)\alpha_1 - l\frac{\partial \alpha_1}{\partial u},$$
$$\frac{\partial x_2}{\partial v} = -\frac{\partial l}{\partial v}\alpha_1.$$

» Les courbes de paramètres u et v sont toujours conjuguées; si elles sont orthogonales, elles seront les lignes de courbure de S_2. Il faut, pour cela, que l'on ait

$$L - \frac{\partial l}{\partial u} = 0 \quad \text{ou} \quad P = 0.$$

» On déduit de là le théorème suivant :

» *Si les développables d'une congruence touchent les deux surfaces focales suivant leurs lignes de courbure, l'une des nappes de la surface des centres de courbure de chaque surface focale admet un réseau conjugué formé de géodésiques; les courbes de ce réseau correspondent aux lignes de courbure de la surface focale, et réciproquement.* »

OPTIQUE. — *Sur quelques cas particuliers de visibilité des franges d'interférence.* Note de MM. J. **Macé de Lépinay** et Ch. **Fabry.**

« Nous avons, dans une précédente Communication ([1]), établi les conditions de visibilité des franges d'interférence. Nous avons montré qu'il est, en général, nécessaire, pour les voir avec netteté, que la source éclairante soit réduite à une fente étroite. Les franges sont alors localisées, et cela à une distance de l'appareil interférentiel variable avec l'orientation de la fente.

» Deux cas particuliers, fréquemment réalisés, méritent d'être signalés.

» Pour que les franges soient visibles sans fente, il faut que, pour une valeur convenable de D, la différence de marche δ soit indépendante de p et de q. Il faut, à cet effet, que l'on ait

$$\frac{A}{P} = \frac{B}{Q} = m.$$

» La condition de visibilité prend alors la forme

$$(D - m)(P\cos\varphi + Q\sin\varphi) = 0.$$

» Elle est satisfaite identiquement pour $D = m$. On pourra voir les franges *sans employer de fente,* à la distance m.

» Elle est également satisfaite, quel que soit D, pour $\tang\varphi = -\frac{P}{Q}$. *Il*

([1]) *Comptes rendus,* t. CX, p. 895; 1890. Nous adoptons ici les mêmes notations que dans ce premier travail.

est donc possible, dans le cas actuel, *de réaliser des franges visibles à toute distance, par l'introduction d'une fente convenablement orientée.*

» Réciproquement, si nous cherchons la condition pour qu'il soit possible d'observer des franges visibles à toute distance, nous trouvons que l'on doit encore avoir

$$\frac{A}{P} = \frac{B}{Q} = m.$$

» La condition de visibilité reprend par suite la même forme.

» *La visibilité des franges sans fente et l'absence de localisation par l'emploi d'une fente convenablement orientée sont donc deux faits connexes et inséparables.*

» Cherchons, d'autre part, la direction des franges observées dans le plan $z = m$, où elles sont visibles sans fente. Considérons un point de ce plan, voisin du point visé, et dont les coordonnées sont x, y, m. Tous les couples de rayons qui se croisent en ce point présentent la même différence de marche :

$$\delta = \delta_0 + Px + Qy.$$

» On voit que la direction des franges, définie par l'angle ψ qu'elles forment avec la parallèle à l'axe des x menée par le point visé, est donnée par

$$\text{tang}\,\psi = -\frac{P}{Q}.$$

» *Les franges sont donc parallèles à la direction de la fente qui fait disparaître la localisation.*

» L'existence de la double propriété que nous avons étudiée peut être prévue dans deux cas :

» 1° Lorsque l'appareil interférentiel présente un plan de symétrie et que l'axe optique de l'instrument d'observation est lui-même contenu dans ce plan. Prenons, en effet, ce plan pour plan des xOz. La différence de marche δ devant rester la même lorsqu'on change q en $-q$, on a nécessairement

$$Q = B = 0,$$

et la condition de visibilité se réduit à

$$\left(P - \frac{A}{D}\right)\cos\varphi = 0.$$

» Les franges sont visibles sans fente à distance finie. L'absence de lo-

calisation ($\cos\varphi = 0$) correspond au cas où la fente est normale au plan de symétrie.

» 2° Lorsque l'appareil interférentiel donne naissance à des franges localisées à l'infini. On a, en effet, dans ce cas

$$P = Q = 0,$$

et la condition de visibilité prend la forme

$$\frac{1}{D}(A\cos\varphi + B\sin\varphi) = 0.$$

» *Vérifications expérimentales.* — Nous trouvons une première série de vérifications de la théorie générale que nous avons exposée dans l'étude, déjà faite, de la localisation des franges des lames minces ([1]), ainsi que de celles des miroirs de Fresnel ([2]). Il est, d'autre part, facile de vérifier les principales conséquences de la discussion qui précède.

» Un cas de localisation sans fente (plan de symétrie) se présente lorsqu'on examine sous une incidence oblique les franges des lames minces isotropes, dans le cas des anneaux de Newton, lorsque le plan d'incidence contient le centre des anneaux, et dans celui d'une lame prismatique, lorsque l'arête est normale au plan d'incidence. L'absence corrélative de localisation par l'introduction d'une fente parallèle aux franges est particulièrement nette dans ce dernier cas. Nous avons pu suivre ainsi les franges, au moyen d'une loupe, jusqu'à 3^m de la lame mince, et les voir encore distinctement avec une lunette réglée pour une distance quelconque, même infinie. L'expérience réussit également bien, en projection, dans la lumière blanche, à la condition de pouvoir utiliser la région de la lame voisine de l'arête. Il est nécessaire, pour éviter les phénomènes de diffraction précédemment signalés ([3]), d'introduire la fente du côté de la source.

» Les miroirs de Fresnel, tels qu'on les emploie ordinairement, réalisent précisément les conditions de non-localisation. Il eût été intéressant de pouvoir observer le fait corrélatif de visibilité sans fente; mais le calcul montre que la localisation se produirait dans le plan bissecteur de l'angle

---

([1]) *Comptes rendus*, t. CIX, p. 893, et *Journal de Physique*, 2e série, t. IX, p. 121.

([2]) *Comptes rendus*, t. CX, p. 455.

([3]) *Ibid.*, t. CIX, p. 137, et *Journal de Physique*, 2e série, t. IX, p. 132.

aigu des miroirs, c'est-à-dire dans une région où les faisceaux interférents ne sont pas superposés. Remarquons toutefois que, conformément à la théorie, les franges sont d'autant plus faciles à voir, alors même que la fente serait trop large ou mal orientée, que l'on approche davantage la loupe des miroirs.

» Les franges de Herschel ([1]), celles des miroirs de Jamin, sont visibles à l'infini, sans employer de fente. Comme les premières sont achromatiques, et que, avec l'appareil de Jamin, la frange centrale peut être rendue visible, l'expérience de non-localisation par l'emploi d'une fente convenable est, dans les deux cas, très brillante en projection.

» Il est à remarquer que la théorie exposée est directement applicable aux phénomènes de polarisation chromatique. Ceux que l'on observe en lumière convergente réalisent les conditions de localisation sans fente à l'infini; les franges du compensateur de Babinet sont localisées dans la lame cristalline. Ce dernier appareil est particulièrement propre à la réalisation, en projection, de l'expérience de non-localisation.

» Dans toutes ces expériences de projection, le faisceau lumineux qui sort de l'appareil interférentiel présente, lorsqu'on le rend visible au moyen d'un peu de fumée, un aspect remarquable : il semble décomposé sur toute sa longueur en tranches parfaitement nettes, alternativement brillantes et obscures. »

PHYSIQUE. — *Sur l'aimantation transversale ondulatoire.* Note de M. C. **Decharme**.

« Dans une Communication faite à l'Académie (à la séance du 14 novembre 1887) ([2]), *Sur l'aimantation transversale des conducteurs magnétiques*, M. Paul Janet a montré, par une expérience directe, que quand un cylindre d'acier trempé (de $0^{m},30$ de longueur et de $0^{m},015$ de diamètre) est traversé longitudinalement par un courant électrique assez intense (de 30 ampères au moins), il se trouve *aimanté transversalement*.

» J'ai eu l'occasion de répéter cette expérience, dans un autre but, avec des courants beaucoup moins forts, sur des cylindres de $0^{m},12$, $0^{m},15$, $0^{m},20$ de longueur et de $0^{m},01$ à $0^{m},015$ de diamètre.

([1]) *Traité d'Optique* de M. Mascart, t. I, p. 447.

([2]) *Comptes rendus*, t. CV, p. 934.

» Comme le cylindre employé par M. P. Janet, les miens étaient fendus dans leur longueur, suivant un plan axial, ou étaient formés chacun de deux demi-cylindres égaux, s'appliquant bien l'un sur l'autre par leurs faces planes polies et étant serrés au moyen de fils non magnétiques, les bases étant exactement ajustées.

» Après avoir fait passer axialement, durant quelques secondes, un courant de 8 à 10 ampères successivement dans ces divers cylindres, j'ai produit, pour chacun d'eux, les spectres magnétiques des deux faces planes. Les photographies de ces fantômes montrent d'abord, sur chacune de ces faces, les deux lignes polaires longitudinales, signalées par M. P. Janet, ainsi que les lignes de force normales à l'axe. Ces figures font voir en outre, et c'est uniquement ce que j'avais pour but de mettre en évidence, les *ondulations* de l'ensemble des lignes spectrales.

» Avec les cylindres de $0^m,20$ et de $0^m,30$, ces ondulations affectent des formes sensiblement analogues à celle que présente une corde vibrante.

» Sur un cylindre plus court (de $0^m,15$), les ondulations se sont produites plus sensibles encore, avec tendance à former des pôles latéraux et terminaux.

» Enfin, deux prismes rectangulaires égaux, ayant seulement $0^m,05$ de longueur, $0^m,01$ de largeur et $0^m,004$ d'épaisseur, serrés l'un contre l'autre et aimantés comme les cylindres précédents, ont montré sur les spectres de leurs faces de contact et même sur les faces latérales, des ondulations magnétiques sensibles.

» Je me suis assuré d'ailleurs que la disposition ondulatoire des lignes de force transversales ne peut être attribuée ni à l'hétérogénéité de l'acier ni au mode d'ébranlement du support, pour déterminer la formation des spectres.

» Il paraît donc résulter des expériences précédentes qu'un courant électrique *continu*, traversant dans sa longueur un cylindre d'acier trempé, peut devenir *ondulatoire*, par suite de la résistance que lui opposent les actions moléculaires du milieu magnétique.

» De plus, en voyant que, pour des intensités de courant de 30 à 40 ampères, M. P. Janet n'a pas eu lieu d'observer les ondulations magnétiques que des courants beaucoup plus faibles, de 8 à 10 ampères, ont montrées, d'une manière non équivoque, dans mes expériences, je ne serais pas éloigné d'admettre que, pour la manifestation de ces ondes magnétiques, il y eût des limites, des phases d'intensité de courant entre lesquelles se produiraient les maxima, les minima, les changements de sens d'aimantaon : sujet de recherches que je me propose de poursuivre. »

ÉLECTRICITÉ. — *Exploration des champs magnétiques par les tubes à gaz raréfiés.* Note de M. A. Witz.

« L'influence des champs magnétiques sur les gaz raréfiés a été étudiée par un grand nombre de physiciens. MM. Plücker, de La Rive, Trève, Daniel, le P. Secchi, Chautard, Crookes, Goldstein, Boltzmann ont décrit les phénomènes lumineux que l'on observe dans les tubes de Geissler excités au voisinage des aimants; de plus, ces habiles expérimentateurs ont tous signalé l'augmentation de résistance électrique produite dans ces conditions. Ces études avaient été poursuivies spécialement dans un but d'investigation qualitative; elles paraissent avoir avancé suffisamment la question pour qu'on puisse aborder aujourd'hui des recherches quantitatives, par la mesure de l'intensité des champs magnétiques, de la différence de potentiel entre les électrodes des tubes et de l'intensité du courant qui les traverse : c'est le travail que j'ai entrepris et dont j'ai l'honneur de présenter à l'Académie les premiers résultats.

» Un bel électro-aimant, construit par M. Ducretet pour mon laboratoire, me permet de créer des champs de 100 à 14000 unités, dont l'intensité se détermine par la rotation du plan de polarisation dans le sulfure de carbone. Je place entre ses pôles soit des tubes de Geissler, soit un tube cylindrique, de 20^{mm} de diamètre, à électrodes mobiles, dans lequel on peut faire varier la distance explosive et la pression du gaz, et je l'excite par une bobine de Ruhmkorff. On introduit, dans le même circuit induit un galvanomètre, qu'il faut placer à près de 35^{m} de l'électro, pour qu'il ne soit pas influencé par lui; l'intensité, toujours faible, du courant induit, se mesure en milliampères. Pour évaluer la différence de potentiel entre les électrodes du tube, on rattache en dérivation à ses extrémités un micromètre à étincelles; quand les étincelles jaillissent à la fois d'une manière continue dans le tube et dans ce micromètre, on admet que les différences de potentiel sont égales et, de la distance explosive dans l'air, entre des sphères de diamètre connu, on passe aux volts. Cette méthode, dite *des étincelles équivalentes,* a été instituée par Faraday; M. Schultz l'a heureusement appliquée à l'étude des tubes à gaz raréfiés, et nous n'avons eu qu'à reproduire son dispositif.

» En mesurant de la sorte simultanément l'intensité du champ, celle du courant et la différence de potentiel aux électrodes, nous constatons d'abord que cette différence de potentiel croît avec l'intensité du champ; mais,

pour un champ et un tube déterminés, la différence est indépendante de l'intensité de la décharge. Pour le démontrer, nous extrairons quelques chiffres de notre registre de laboratoire; voici, par exemple, les résultats d'une expérience faite sur un tube à air, dans un champ uniforme, embrassant à peu près toute sa longueur :

Intensité du champ en unités C.G.S.	Intensité du courant en milliampères.	Différence de potentiel en volts.
0	4,12	1860
2200	2,58	2781
3200	2,39	4146
4300	2,20	5064

» Dans cet essai, l'intensité du courant inducteur est restée constante : l'influence du champ crée donc vraiment une résistance au passage de l'électricité; mais, pour maintenir constant le courant induit, il suffirait d'augmenter le courant inducteur, et la différence de potentiel ne croîtrait pas sensiblement.

» Ce phénomène se manifeste pour tous les gaz, mais à des degrés divers; il semble plus marqué pour les gaz dont le spectre se modifie le plus sous l'influence du champ; toutefois, il varie avec les conditions de forme et d'état du tube.

» Si nous opérons entre des pôles circulaires de 20^{mm} de diamètre, nous pourrons constater que les différents points d'un tube ne sont pas également sensibles, ainsi qu'en témoignent les résultats obtenus sur un tube à brome, en le faisant glisser entre les pôles :

Champ.		Intensité du courant.	Différence de potentiel.
		milliampères	volts
0 unités C.G.S.		6,58	1325
11570 unités	sur pôle positif	2,97	4464
	naissance du capillaire	2,62	4964
	milieu »	3,35	3780
	extrémité »	2,80	4935
	sur pôle négatif	2,25	3066

» L'effet est maximum sur les extrémités du tube capillaire du côté du pôle positif; il est plus grand sur le pôle positif que sur le pôle négatif. Même observation pour le fluorure de silicium, mais l'action est inverse sur l'air.

» Quelle que soit la position du tube dans le champ, on voit toujours que le courant se déplace conformément aux lois de l'Électromagnétisme. Le tube étant disposé transversalement aux lignes de force, le filet lumineux qui trace le chemin du courant (si toutefois courant il y a) est rejeté sur le côté; le tube est-il, au contraire, placé dans le sens des lignes de force, le filet va en ligne droite d'une électrode à l'autre; couche-t-on le tube sur les masses polaires, le filet trace une S, étant rejeté vers la droite par un pôle, vers la gauche par l'autre, comme on pouvait le prévoir et comme on l'a déjà indiqué.

» Mais voici une observation des plus curieuses, qui nous paraît nouvelle, et qui se prête admirablement à l'exploration des champs. Quand on porte le tube dans le champ, on voit ses pôles changer d'aspect avec l'intensité du champ au point occupé : à l'anode, le courant se détache du fil d'aluminium par un plan lumineux qui ne s'étend que d'un côté de l'électrode; à la cathode, la gaine violacée qui l'entoure s'étire au contraire dans un plan qui remplit toute l'ampoule. Il se forme une sorte de disque bleuâtre, d'autant plus mince et d'autant plus net que le champ est plus intense; ses bords se détachent en vive lumière sur un fond obscur et ils tracent dans l'espace la direction des lignes de force en ce point. Promenez le tube dans le champ, et le disque tourne autour de l'électrode; ses bords sont rectilignes dans un champ uniforme, ils s'incurvent plus loin; en un mot, les lignes de force du champ deviennent visibles aux yeux.

» En employant de petits tubes au chlore, au brome, à l'hydrogène ou au fluorure de silicium, ce phénomène a un grand éclat, et nous croyons qu'il pourra être utilisé fréquemment pour l'exploration des champs magnétiques intenses. »

CHIMIE. — *Sur les chlorures doubles d'iridium et de phosphore.* Note de M. G. GEISENHEIMER [1], présentée par M. Troost.

« L'iridium métallique étant très peu attaquable et ses chlorures étant d'un emploi peu pratique, je me suis servi comme matière première de l'hydrate de bioxyde, dont j'ai donné la préparation dans une précédente Note (*Comptes rendus* du 21 avril 1890, p. 855).

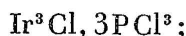
---

(1) Ce travail a été fait au laboratoire d'Enseignement et de Recherches de la Sorbonne.

» On chauffe en tube scellé, à 300°, pendant une trentaine d'heures, 1gr d'hydrate avec 10gr de perchlorure de phosphore et 15gr de trichlorure de phosphore. Lorsque tout l'oxyde a disparu, le tube contient deux couches liquides : l'une, la plus lourde, rouge grenat à chaud, se prend en une masse cristalline jaune clair à froid ; l'autre est le trichlorure en excès, contenant du pentachlorure et un chlorure double de phosphore et d'iridium, qui cristallisent par refroidissement. Le tube étant refroidi, la séparation des deux couches est encore très nette. On reprend la masse cristalline par de l'oxychlorure de phosphore, en tube scellé, à 250°. On obtient ainsi de jolis cristaux jaune clair qu'on sèche dans un courant d'air sec. Leur formule est $Ir^2P^3Cl^{15}$.

» Ce chlorure a une telle tension de dissociation qu'il ne peut ni être abandonné dans le vide, ni être chauffé, ni être repris par dissolvants qui ne soient pas perchlorés.

» Dans le vide, la dissociation est lente. Par la chaleur, elle s'opère différemment, selon que la température s'élève doucement ou rapidement. Maintenu une demi-heure entre 70° et 80°, $Ir^2P^3Cl^{15}$ se transforme en $Ir^2Cl^3, 2PCl^3, PCl^5$. Entre 120°-125°, on obtient $Ir^2Cl^3, 3PCl^3$. Ces trois corps ont même aspect et prennent naissance même dans un courant de chlore. En continuant à élever graduellement la température, vers 190°, le chlorure devient rouge brique et correspond à la formule



$$Ir^3Cl, 3PCl^3;$$

mais il ne fond pas. Si, au contraire, on porte rapidement la température au-dessus de 150°, en abaissant la pression, le chlorure fond, devient rouge très foncé et perd du trichlorure et du pentachlorure de phosphore. En faisant varier les conditions de l'expérience, on obtient les composés Ir^2Cl^3, PCl^3, PCl^5 ou $2Ir^2Cl^3, 2PCl^3, PCl^5$.

» La benzine le réduit très rapidement ; le sulfure de carbone et le trichlorure de phosphore le dissolvent très bien, mais le transforment en $Ir^2Cl^3, 3PCl^3$. Chauffé à 160° dans du chloroforme, en tube scellé, il cristallise en petites aiguilles rouge vif $Ir^2Cl^3, 2PCl^3$.

» L'attaque par l'eau est très vive. La solution est complète si l'eau est en grand excès et le chlorure bien pur. Si l'on évapore à sec au bain-marie, on obtient, après le départ de l'acide chlorhydrique, une liqueur sirupeuse incristallisable. C'est l'acide $2(Ir^2Cl^3), 3(PO^3, 3HO), 3(PO^5, 3HO)$. Si l'on reprend par quelques gouttes d'eau, puis qu'on ajoute une grande quantité d'alcool, il se produit un précipité blanc floconneux, se rassemblant

rapidement. C'est une seconde forme de l'acide précédent. Nous avons analysé quelques-uns des sels :

» Celui de potassium $2(Ir^2Cl^3)$, $3(PO^3,2HO,KO)$, $3(PO^5,2HO,KO)$, soluble dans l'eau, incristallisable, réductible par la chaleur et l'alcool;

» Celui d'ammonium $2(Ir^2Cl^3)$, $3(PO^3,HO,2AzH^4O)$, $3(PO^5,3AzH^4O)$, précipitable par l'alcool, plus difficilement réductible que le précédent;

» Celui d'argent $2(Ir^2Cl^3)$, $3(PO^3,2HO,AgO)$, $3(PO^5,2HO,AgO)$, légèrement jaunâtre, noircissant à la lumière, se décomposant facilement en chlorure d'argent, sans qu'il y ait dépôt d'iridium;

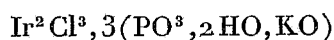
» Enfin celui de plomb $2(Ir^2Cl^3)$, $3(PO^3,HO,2PbO)$, $3(PO^5,3PbO)$, précipité blanc insoluble dans l'eau et l'acide acétique, soluble dans l'acide nitrique.

» La présence simultanée des acides phosphoreux et phosphorique dans ces composés est mise en évidence par les réactions suivantes. Le sel d'argent chauffé en liqueur légèrement ammoniacale noircit et se réduit : caractère de l'acide phosphoreux. Le sel de potassium donne dans une solution de molybdate d'ammonium, additionnée d'acide chlorhydrique, un précipité jaune avec une pointe de vert; c'est probablement un phosphomolybdate où l'acide phosphorique est remplacé par l'acide phospho-iridique.

» D'après ce qui précède, on peut écrire la formule de ce chlorure double $2Ir^2Cl^3, 3PCl^3, 3PCl^5$.

» Le chlorure double $Ir^2Cl^3, 3PCl^3$ est le plus facile à obtenir de tous les dérivés qui ont été mentionnés. Sa préparation a été indiquée. Pur et sec, il est presque inattaquable par l'eau froide, mais de jaune il devient blanc. Sous cette seconde forme, il ne se dissout que lentement dans l'eau bouillante. On ne peut lui faire reprendre sa première forme, même en le chauffant à 125° dans un courant de chlore, ou à 160°, en tube scellé, avec du trichlorure de phosphore. Il est infusible.

» Dissous dans l'eau, il forme un acide, masse sirupeuse, incristallisable, analogue au précédent. J'ai analysé le sel de potassium



$$Ir^2Cl^3, 3(PO^3, 2HO, KO)$$

et celui de plomb $Ir^2Cl^3, 3(PO^3, HO, 2PbO)$.

» Je continue l'étude de composés du même genre [1]. »

---

[1] MM. Schützenberger et Fontaine ont étudié des combinaisons analogues du chlorure de phosphore avec le platine (*Société chimique*, 1872, p. 482) et M. Lindet, celles du chlorure de phosphore avec l'or (*Comptes rendus*, t. XCVIII, p. 1382; 1884).

CHIMIE. — *Une nouvelle réaction caractéristique de l'eau oxygénée.* Note de M. G. Denigès.

« Une solution à 10 pour 100 de molybdate d'ammoniaque dans l'eau, additionnée de son volume d'acide sulfurique concentré (1^{cc} de chaque réactif par exemple), donne, avec quelques gouttes d'eau oxygénée, une coloration jaune très accentuée pouvant atteindre l'intensité de teinte des solutions de chromates et dichromates alcalins.

» Lorsqu'on étend d'eau, la coloration s'atténue plus que ne l'exigerait la dilution; avec l'acide sulfurique, au contraire, la coloration reste proportionnelle à la dilution.

» Cette réaction paraît correspondre à la formation d'un acide permolybdique; l'ébullition ne l'empêche ni ne l'atténue. Elle permet de déceler $\frac{1}{10}$ de milligramme d'eau oxygénée.

» On peut remplacer, mais sans avantage, le molybdate d'ammoniaque par le molybdate de soude ou l'acide molybdique dissous dans un peu de soude caustique. »

MINÉRALOGIE. — *Existence du péridot microlithique dans les andésites et les labradorites de la chaîne des Puys.* Note de M. A.-Michel Lévy, présentée par M. Fouqué.

« La présence du péridot en quantité notable sert de caractéristique pour séparer, dans la série trachytoïde, les basaltes des labradorites, des andésites et des trachytes, les mélaphyres des porphyrites et des orthophyres. Il y existe en grands cristaux du premier temps de consolidation, et c'est un des plus anciens produits de cette première phase intratellurique de la cristallisation. Lorsque nous avons reproduit artificiellement, M. Fouqué et moi, le basalte par fusion ignée de son magma, nous avons dû procéder à un premier recuit à très haute température pour obtenir le péridot, en même temps qu'une première précipitation de fer oxydulé s'effectuait; durant un second recuit à température modérée, les microlithes du second temps de consolidation (pyroxène, feldspath et seconde précipitation de fer oxydulé) venaient entourer les cristaux de péridot déjà formés.

» Les études micrographiques, poursuivies notamment sur les séries d'Auvergne, prouvent que le péridot peut se montrer dans des roches plus

acides que les basaltes, plus riches en silice, plus pauvres en magnésie. Dans les séries encore très augitiques du Mont-Dore, il se présente en grands cristaux clairsemés; dans celles de la chaîne des Puys, moins chargées de magnésie, nous avons découvert l'existence de nombreux microlithes extrêmement fins de péridot, dont la cristallisation paraît empiéter sur le second temps de consolidation.

» I. *Mont-Dore.* — Les andésites et les téphrites andésitiques du Mont-Dore, contenant, en moyenne, 54 pour 100 de silice et 3,5 pour 100 de magnésie, présentent fréquemment de grands cristaux d'olivine. La composition minéralogique de ces roches peut être résumée par les formules suivantes [1] :

Andésites augitiques .... $\mathfrak{T}\mu - \overline{F_{1.5.7}\,\mathit{O}A_3\mathit{M}P_2t_2}\,\underline{P_4F_1t_1}$

Andésites à haüyne .... $\mathfrak{T}\mu - \overline{F_{1.5.7}\,\mathit{O}A_3P_2t_2}\,\underline{s_{2.3}P_4F_1t_1}$

---

(1) Nous avons récemment proposé les notations suivantes pour caractériser les structures et la composition minéralogique des roches éruptives. Les lettres en italiques indiquent les minéraux les moins abondants. Les minéraux sont rangés suivant leur ordre de consolidation. Le premier temps correspond à la barre supérieure, le second temps à la barre inférieure.

Structures.

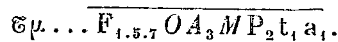
	Roches acides à excès de silice libre.	Roches basiques.
Granitoïde Γ (à deux temps peu distincts)	α, granitiques	δ, grenues
	β, granulitiques	ω, ophitiques
	γ, pegmatoïdes	
Trachytoïde $\mathfrak{T}$ (à deux temps très distincts)	α, microgranitiques	δ, grenues
	β, microgranulitiques	ω, ophitiques
	γ, micropegmatoïdes	μ, microlithiques
	φ, globulaires	ν, variolitiques
	π, pétrosiliceuses	

Composition minéralogique.

Minéraux ferrugineux, titanifères, etc.		Minéraux ferromagnésiens.		
F_1, fer oxydulé	F_5, apatite	O, olivine	P_1, œgyrine	A_1, amphiboles sodifères
F_2, fer titané	F_6, zircon	H_1, hypersthène	P_2, pyroxènes verts	A_2, amphiboles vertes
F_3, spinelles	F_7, sphène	H_2, bronzite	P_3, diallages	A_3, amphiboles brunes
F_4, pérowskite	F_8, allanite	H_3, enstatite	P_4, pyroxènes bruns	M, micas noirs
	F_9, grenats			

» Parmi les variétés à péridot, nous citerons les *andésites* du plateau de Rigolet, du Saut du Loup, de Cliergues; les *trachy-andésites* de Cuzeau, de la carrière du Barbier; les *téphrites* au-dessous de la Banne d'Ordenche.

» L'olivine en cristaux du premier temps apparaît même fréquemment dans les trachytes à grands cristaux de sanidine et à microlithes d'orthose du Mont-Dore, qui contiennent de 58 à 63 pour 100 de silice. Il est vrai que ces trachytes, généralement augitiques, contiennent encore 2 à 4 pour 100 de magnésie :



» Tels sont les *trachytes augitiques* de la grande Cascade, de Lacour, de Rigolet-Bas, de la Guièze [1].

» Dans ces divers exemples, l'olivine est clairsemée, en cristaux $pa^1 g^1 g^3$ plus volumineux que ceux des basaltes, avec allongement pg^1 atteignant parfois 1^{mm}, et plan des axes optiques h^1 transversal.

» II. Dans la *chaîne des Puys*, les labradorites et les andésites présentent l'olivine sous une forme plus originale et plus imprévue. Les microlithes de seconde consolidation, d'autant plus petits que la roche est plus acide, sont très allongés suivant $h^1 g^1$, parallèlement au plan des axes optiques. Les sections transversales sont des losanges aigus $g^3 g^3$; parfois la face g^1 se montre, mais peu développée; les pointements sont formés par p avec modifications e^1; il y a des cassures transversales, parallèles à p. Souvent les formes sont encore cristallitiques : microlithes fourchus aux deux extrémités ou avec deux grosses inclusions vitreuses remplaçant les fourches; petits losanges greffés sur les quatre angles du grand losange formant section transversale. Les extinctions sont à 0°; l'allongement est positif; 2 V est voisin de 90°; la biréfringence atteint 0,036. Par décomposition, le minéral verdit ou devient d'un rouge brun.

» Parmi les *labradorites augitiques et péridotiques* de la chaîne des Puys,

---

Composition minéralogique (suite).

Feldspathides.		Feldspaths.		
l, leucite	s_1, sodalite	a_1, orthose	t_1, oligoclase	q, quartz
n, néphéline	s_2, haüyne	a'_1, microcline	t_2, labrador	m, micas blancs
h, mélilite	s_3, noséane	a_2, anorthose	t_3, anorthite	
		a_3, albite		

(1) Nous devons à M. Fouqué la communication d'un magnifique exemple de trachyte à olivine qui couvre une vaste étendue à Chastreix.

on peut distinguer deux types principaux. Dans l'un ([1]), les éléments du second temps de consolidation prédominent de beaucoup :

$$\mathfrak{T}\mu - \underline{\overline{F_1 t_2} OP_4}.$$

» Dans l'autre ([2]), le premier temps est plus développé et comprend de l'amphibole brune souvent résorbée, du sphène englobé dans le pyroxène et parfois de l'anorthite :

$$\mathfrak{T}\mu - \overline{F_{1.7} A_3 t_3} \underline{\overline{P_4} t_2 O F_1}.$$

» Ces labradorites contiennent 54 à 55 pour 100 de silice et environ 3 pour 100 de magnésie. Dans la lave de Louchadière, les microlithes d'olivine ont en moyenne 6^{μ} de longueur sur $1^{\mu},4$ de largeur; dans celle du Pourcharet, ils atteignent 45^{μ} sur 8^{μ} et sont tantôt du premier temps, tantôt du second temps de consolidation.

» Les *andésites* des Puys, toutes légèrement augitiques et à grands cristaux d'amphibole résorbés, sont également toutes péridotiques; la formule suivante les représente :

$$\mathfrak{T}\mu - \overline{F_{1.5} A_3 t_2} \underline{\overline{t_1} O P_4 F_1}.$$

» Tantôt (Volvic) les minéraux du premier temps de consolidation y sont abondants, tantôt le second temps prédomine de beaucoup (Pariou, Durtol, Fontmort, Lantégy). Elles contiennent, en moyenne, 59 pour 100 de silice et 2 pour 100 de magnésie. Les microlithes d'olivine y ont au maximum 3^{μ} à 4^{μ} de longueur sur $0^{\mu},6$ à 1^{μ} de largeur.

» Il est évident que, malgré leur grand nombre, les microlithes d'olivine constituent en poids une partie excessivement minime du poids total de la roche; il est probable qu'il faut chercher dans une question de masse la cause du retard de leur cristallisation, de la forme cristallitique qu'ils affectent et de leur attribution au moins partielle au second temps de consolidation. »

([1]) Louchadière, Haut-Mazaye, Petit-Sarcouy, Pourcharet, pied du puy de Dôme.
([2]) Côme, Fontfreide.

PÉTROGRAPHIE. — *Sur les phénomènes de contact de la syénite éléolithique de Pouzac (Hautes-Pyrénées) et sur la transformation en dipyre du feldspath de la roche ophitique du même gisement.* Note de M. A. LACROIX, présentée par M. Fouqué.

« Les calcaires (crétacés?) de Pouzac (Hautes-Pyrénées) sont traversés par une diabase ophitique, accompagnée d'une brèche, formée par des fragments de cette diabase et, localement, par des blocs de calcaire. C'est au milieu de cette brèche et de ce calcaire que s'est fait jour la *syénite éléolithique* (1).

» Je me suis préoccupé d'étudier les modifications endomorphes subies par la syénite éléolithique à son contact avec les roches environnantes et, inversement, de rechercher quelle part il fallait faire à l'action de cette roche éruptive dans le développement des minéraux, si nombreux dans les calcaires des environs.

» *Modifications endomorphes.* — On observe de nombreuses variations dans la composition minéralogique de la syénite, variations se manifestant surtout dans la proportion relative de la néphéline et des divers feldspaths. Il y a lieu de signaler, en outre, des concentrations d'amphibole sodique et de pyroxène donnant des roches spéciales, de couleur foncée.

» Sur les bords du massif, la syénite se transforme en une roche compacte, blanchâtre, fendillée dans tous les sens, résistant mieux à la décomposition que les échantillons à gros éléments. L'examen microscopique montre qu'elle est uniquement constituée par des feldspaths accompagnés de mica blanc et de calcite secondaires; mais, tandis que la syénite présente une structure granitoïde, la roche qui nous occupe, au contraire, offre une structure microlithique des plus nettes. De grands cristaux d'oligoclase aplatis suivant g^1 (010) sont disséminés dans un magma constitué par des microlithes allongés de feldspath triclinique. Ces microlithes, présentant les macles et les angles d'extinction de l'anorthose, sont frangés sur les bords et offrent parfois des extinctions roulantes analogues à celles des feldspaths de certaines phonolithes : cette roche rappelle les variétés de syénite éléolithique de Valle da Garganta (Serra de Monchique). Dans certains échantillons, les microlithes, tantôt groupés d'une façon quelconque, tantôt

(1) *Comptes rendus*, t. CVI.

alignés en traînées fluidales, présentent une grande analogie avec ceux des différentes variétés de l'orthophyre (*Rhombenporphyr*) du golfe de Christiania.

» *Modifications exomorphes.* — Le contact immédiat de la syénite et du calcaire se voit rarement. Les deux roches sont séparées par une zone argileuse renfermant des blocs de calcaire blanc marmoréen, dans lesquels on distingue tantôt des grains arrondis de pyroxène plus ou moins transformés en chrysotile; tantôt, au contraire, des grands cristaux hyalins de dipyre, de l'actinote, etc. L'action de la syénite ne semble pas s'être exercée au delà de 3^m ou 4^m. Les fragments de calcaire, jaunes, terreux, recueillis dans la brèche à 5^m de la roche éruptive, ne sont pas modifiés. Ils montrent, au milieu de grains de calcite souillés d'oxyde de fer et d'argile, des fragments *brisés* des divers minéraux de la région. La formation de ces derniers est donc bien antérieure à l'arrivée de la syénite.

» Quant à l'âge de la syénite, il ne peut être déterminé avec exactitude. Les calcaires qu'elle traverse sont vraisemblablement crétacés, bien qu'on ne puisse encore le démontrer avec certitude. MM. Seues et Beaugey ont décrit, aux environs d'Arudy (Basses-Pyrénées), des roches présentant une certaine analogie avec la syénite qui nous occupe et métamorphisant le danien; peut-être toutes ces roches font-elles partie de la même série géologique.

» La roche ophitique de Pouzac appartient au type commun des ophites des Pyrénées : c'est une diabase dont le pyroxène en plages ophitiques moule le feldspath et est en partie transformé en amphibole par ouralitisation. Cette roche présente un remarquable exemple de transformation de son feldspath triclinique en dipyre. Le feldspath se fendille dans tous les sens : dans chacune des fissures se développe le dipyre qui, gagnant peu à peu, finit par l'épigéniser complètement. Dans la brèche ophitique, on trouve fréquemment des blocs à apparence schisteuse, dont tous les éléments blancs sont formés par de fins granules de dipyre, mélangés avec des cristaux d'amphibole grossièrement orientée suivant des directions parallèles : ce sont aussi des diabases transformées.

» Il est très remarquable de trouver ainsi, à quelques mètres de distance, le même minéral (dipyre) développé dans deux roches différentes : dans l'une, par la transformation sur place d'un minéral ayant une composition chimique voisine; dans l'autre (calcaire), par l'introduction par voie de métamorphisme d'éléments nouveaux. Cet exemple est à rapprocher du fait que j'ai déjà signalé à Odegården (Norvège). Dans ce gisement, en

effet, à côté des diorites à dipyre résultant, elles aussi, de la transformation sur place d'un gabbro, j'ai trouvé des roches à wernérite faisant partie d'une série de schistes métamorphiques. Mais, dans ce cas, les wernérites de ces deux gisements appartenaient à deux termes différents de cette famille minéralogique (dipyre et scapolite). »

PÉTROGRAPHIE. — *Sur les roches métamorphiques de Pouzac (Hautes-Pyrénées).* Note de M. **Ch.-L. Frossard**, présentée par M. Fouqué.

« Les roches éruptives signalées dans une Note du 18 février 1889 sont accompagnées de roches métamorphiques riches en cristaux.

» Ces roches, qui s'étendent sur un espace de 1250^m de long sur 300^m environ de large, de la halte du chemin de fer jusqu'à Monloo, semblent avoir été principalement modifiées par la syénite. L'ophite de Palassou (diabase ophitique) a peu agi sur les roches encaissantes.

» Sans trace de fossiles, sans indice de stratification, les roches dont je crois devoir attribuer les modifications à la syénite sont dans un état bréchеux fragmentaire; on peut les classer comme suit :

» Roches siliceuses : grès à actinote, geysérite ou quartz nectique (dépôt d'eaux minérales);

» Roches argileuses dures, compactes;

» Roches amphiboliques, sables amphiboliques;

» Roches talqueuses : talc chloriteux, marne talqueuse, talc argileux à couseranite;

» Roche chloriteuse;

» Roches calcaires : marbres, calcaires cristallins et terreux, calcaires cristallins à quartz bacillaire, *id.* à trémolite, *id.* à actinote, *id.* à talc, *id.* à albite, *id.* à dipyre, *id.* à couseranite, *id.* à chlorite, *id.* à oligiste;

» Roche dolomitique peu abondante.

» Le phénomène métamorphique s'arrête au sud au-dessus de Monloo, où émerge le calcaire fétide gris faisant partie d'un étage du jurassique constitutif du massif de Bagnères. »

CHIMIE PHYSIOLOGIQUE. — *Sur les organismes de la nitrification.* Note de M. **S. Winogradsky**, présentée par M. Duclaux.

« Je voudrais, avant de résumer les recherches que je poursuis depuis un an sur la nitrification, rappeler ceux de mes travaux antérieurs qui en ont été le point de départ.

» Ils ont eu pour objet l'étude de deux groupes d'organismes qui, comme ceux dont il est question dans cette Note, ont pour fonction d'oxyder des substances inorganiques, et que j'ai désignés par les noms de *sulfobactéries* et de *ferrobactéries* (1).

» Les premières habitent les eaux naturelles contenant de l'hydrogène sulfuré et refusent de vivre dans des milieux qui en sont exempts. Ce gaz est avidement absorbé et oxydé par leurs cellules, qui se remplissent de soufre, lequel est brûlé à son tour et excrété à l'état d'acide sulfurique. Les secondes ont pour fonction d'oxyder les sels ferreux, et leur vie est aussi étroitement liée à la présence de ces composés dans leur milieu nutritif.

» Mes efforts pour élucider la signification physiologique de ces phénomènes m'ont conduit à la conception que ces corps inorganiques tiennent lieu, dans la vie de ces êtres, de la matière fermentescible (au sens large du mot) qui, pour la très grande majorité des microbes, est de la matière organique. De là résulte une conséquence logique, confirmée par l'expérience, c'est que ces êtres ont un ensemble de qualités physiologiques qui se résume ainsi : toute l'énergie nécessaire à leur travail vital leur étant fournie par la combustion de corps minéraux, la dépense en matière organique pendant leur végétation est extrêmement faible, et des composés carbonés, incapables de nourrir les autres organismes dépourvus de chlorophylle, leur suffisent comme source de carbone.

» Les travaux remarquables de MM. Schlœsing et Müntz ont les premiers mis en lumière le rôle des organismes inférieurs dans la nitrification. Mais, tout en ayant rendu très probable l'existence d'un agent spécial de la nitrification, ils n'ont pas enseigné à l'isoler du sol, ce milieu naturel si riche en microbes divers. C'est que l'isolement et la culture à l'état pur, qui sont aujourd'hui l'exigence principale de toute expérience microbiologique, présentent, quand il s'agit du ferment nitrificateur, des difficultés assez grandes pour que nombre de savants y aient échoué, et la conclusion de MM. Schlœsing et Müntz relativement à l'existence d'un ferment nitrique spécial n'a pas été, en somme, confirmée jusqu'ici par les bactériologistes et botanistes (2).

(1) *Sur les sulfobactéries* (*Botan. Zeitung*, 1887). — *Sur les ferrobactéries* (*Ibid.*, 1888). — *Contribution à l'étude physiologique et morphologique des bactéries*, 1er fasc.; Leipzig, 1888. — *Recherches physiol. sur les sulfobactéries* (*Ann. de l'Institut Pasteur*, t. III, n° 2).

(2) Voir l'historique contenu dans mon Mémoire : *Recherches sur les organismes de la nitrification* (*Ann. de l'Institut Pasteur*, t. IV, n° 4).

» Il fallait d'abord trancher cette question. Je me suis assuré que les échecs de mes prédécesseurs tenaient à l'emploi des milieux de culture gélatinisés, si utilisés aujourd'hui pour l'isolement et la culture des microbes. L'organisme nitrificateur refuse d'y croître, si bien qu'en faisant passer par ce milieu un mélange de microbes empruntés à un sol en pleine nitrification, on tue tous les êtres qui y sont actifs et l'on ne récolte que de ceux qui sont inefficaces. Une étude suivie des conditions de culture favorables aux premiers et défavorables aux seconds m'a permis, mais non sans difficultés, d'éliminer une à une toutes les espèces étrangères et d'avoir des végétations abondantes et pures de l'espèce nitrifiante. Celle-ci montrait et conservait, dans les conditions usuelles de l'expérience microbiologique, une action aussi intense qu'on pouvait le désirer, en prenant pour comparaison les expériences récentes de M. Schlœsing sur la nitrification dans la terre.

» L'étude des propriétés physiologiques de cet être, qui se prêtait mieux à l'expérimentation que les organismes très délicats de mes travaux antérieurs, a non seulement justifié mes prévisions, mais m'a conduit à la découverte d'un fait nouveau que je voudrais principalement signaler à l'Académie.

» Appliquant à cette étude les notions déjà acquises sur la nutrition des organismes comburants de substances minérales, je cultivais le microbe de la nitrification, dès le début, dans un liquide ne renfermant, en fait de matière organique, que ce qu'une eau naturelle très pure peut en contenir. L'addition de composés hydrocarbonés ne paraissant pas favoriser sa végétation, j'ai été conduit à essayer de préférence, pour sa culture, une solution minérale exempte de toute trace de carbone organique. Dans ce liquide, qui ne donnait à l'organisme d'autres composés carbonés que l'acide carbonique et les carbonates, ni l'abondance de sa multiplication ni l'intensité de son action ne parurent diminuer pendant plusieurs mois.

» La conclusion s'imposait que cet organisme est en état d'assimiler le carbone de l'acide carbonique, et elle fut rendue irréfutable par des dosages de carbone organique dans ses cultures; ils démontrèrent qu'une accumulation de carbone organique, par son action, est un fait constant.

» Le microbe de la nitrification, qui est un organisme incolore, est ainsi capable d'une synthèse complète de sa substance aux dépens de l'acide carbonique et de l'ammoniaque. Il accomplit cette synthèse indépendamment de la lumière, et sans autre source de force que la chaleur dégagée par l'oxydation de l'ammoniaque. Ce fait nouveau est en contra-

diction avec cette doctrine fondamentale de la Physiologie, qu'une synthèse complète de la matière organique n'a lieu dans la nature que dans les plantes à chlorophylle par l'action des rayons lumineux.

» Il est peu probable que l'action du ferment nitrifiant soit une action chlorophyllienne, car on n'observe jamais avec lui de dégagement d'oxygène; une autre supposition, celle qu'un amide, de l'urée peut-être, est la première étape de la synthèse opérée par lui, serait ici la seule qui me parût plausible (¹).

» Cette question ainsi que d'autres concernant la physiologie et la morphologie du ferment nitrique sont encore à l'étude. »

M. **R. Godefroy** adresse une Note « Sur les centres de courbure principaux de certaines surfaces et en particulier des surfaces de Lamé ».

L'auteur rappelle au début de sa Note les résultats depuis longtemps déjà obtenus par lui, équivalents à des formules récemment données par M. Fouret.

M. **L. Fuchs** adresse l'énoncé d'un théorème « Sur les moulins à vent ».

La séance est levée à 4 heures et demie. M. B.

ERRATA.

(Séance du 28 avril 1890.)

Note de M. *Ant. Magnin*, Sur la castration parasitaire de l'*Anemone ranunculoides* par l'*Æcinium leucospermum* :

Page 915, ligne 3, *au lieu de* univolucres, *lisez* involucres.
» ligne 21, *au lieu de* 5 fois sur 56 pieds sains triflores, *lisez* 5 fois sur 56 pieds sains uniflores.

(¹) Un Mémoire, traitant ces questions avec plus de détail, paraîtra dans le prochain numéro des *Annales de l'Institut Pasteur*.

On souscrit à Paris, chez GAUTHIER-VILLARS ET FILS,

Quai des Grands-Augustins, n° 55.

Depuis **1835** les **COMPTES RENDUS** hebdomadaires paraissent régulièrement le *Dimanche*. Ils forment, à la fin de l'année, deux volumes in-4°. Deux Tables, l'une par ordre alphabétique de matières, l'autre par ordre alphabétique de noms d'Auteurs, terminent chaque volume. L'abonnement est annuel et part du 1er janvier.

Le prix de l'abonnement est fixé ainsi qu'il suit :

Paris : **20** fr. — Départements : **30** fr. — Union postale : **34** fr. — Autres pays : les frais de poste extraordinaires en sus.

On souscrit, dans les Départements,

	chez Messieurs :
Agen	Michel et Médan.
Alger	Gavault St-Lager. Jourdan. Ruff.
Amiens	Hecquet-Decobert.
Angers	Germain et Grassin. Lachèse et Dolbeau
Bayonne	Jérôme.
Besançon	Jacquard.
Bordeaux	Avrard. Chaumas. Vincent. Muller (G.).
Bourges	David.
Brest	Lefournier. F. Robert. J. Robert. Ve Uzel Caroff.
Caen	Baër. Massif.
Chambéry	Perrin.
Cherbourg	Henry.
Clermont-Ferr...	Rousseau. Ribou-Collaye.
Dijon	Lamarche. Ratel. Damidot.
Douai	Lauverjat. Crépin.
Grenoble	Drevet. Gratier.
La Rochelle	Robin.
Le Havre	Bourdignon. Dombre.
Lille	Ropiteau. Lefebvre. Quarré.
Lorient	Gosse. Mme Texier.
Lyon	Beaud. Georg. Mégret. Palud. Vitte et Périssel.
Marseille	Millaud.
Montpellier	Calas. Coulet.
Moulins	Martial Place.
Nancy	Sordoillet. Grosjean-Maupin. Sidot frères.
Nantes	Loiseau. Mme Veloppé.
Nice	Barma. Visconti et Cie.
Nîmes	Thibaud.
Orléans	Luzeray.
Poitiers	Blanchier. Druineaud.
Rennes	Plihon et Hervé.
Rochefort	Boucheron - Rossignol.
Rouen	Langlois. Lestringant.
St-Étienne	Chevalier.
Toulon	Bastide. Rumèbe.
Toulouse	Gimet. Privat.
Tours	Boisselier. Péricat. Suppligeon.
Valenciennes	Giard. Lemaitre.

On souscrit, à l'Étranger,

	chez Messieurs :
Amsterdam	Robbers. Feikema Caarelsen et Cie.
Athènes	Wilberg.
Barcelone	Verdaguer. Piaget.
Berlin	Asher et Cie. Calvary et Cie. Friedlander et fils. Mayer et Müller.
Berne	Schmid, Francke et Cie.
Bologne	Zanichelli et Cie.
Bruxelles	Ramlot. Mayolez. Falk.
Bucharest	Haimann. Ranisteanu.
Budapest	Kilian.
Cambridge	Deighton, Bell et Co.
Christiania	Cammermeyer.
Constantinople	Lorentz et Keil.
Copenhague	Höst et fils.
Florence	Lœscher et Seeber.
Gand	Hoste.
Gênes	Beuf.
Genève	Cherbuliez. Georg. Stapelmohr.
La Haye	Belinfante frères.
Lausanne	Benda. Payot.
Leipzig	Barth. Brockhaus. Lorentz. Max Rübe. Twietmeyer.
Liège	Brandt. Gnusé.
Londres	Dulau. Nutt.
Luxembourg	V. Bück.
Madrid	Fuentès et Capdeville. Librairie Gutenberg. Gonzalès e hijos. Yravedra. F. Fé.
Milan	Dumolard frères. Hœpli.
Moscou	Gautier.
Naples	Furcheim. Marghieri di Gius. Pellerano.
New-York	Christern. Westermann.
Odessa	Rousseau.
Oxford	Parker et Cie.
Palerme	Clausen.
Porto	Magalhaès.
Prague	Rivnac.
Rio-Janeiro	Garnier.
Rome	Bocca frères. Loescher et Cie.
Rotterdam	Kramers et fils.
Stockholm	Samson et Wallin.
St-Pétersbourg	Librairie Française. Wolff.
Turin	Bocca frères. Brero. Clausen. Rosenberg et Sellier.
Varsovie	Gebethner et Wolff.
Vérone	Drucker.
Vienne	Frick. Gerold et Cie.
Zürich	Meyer et Zeller.

TABLES GÉNÉRALES DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES :

Tomes **1er** à **31**. — (3 Août 1835 à 31 Décembre 1850.) Volume in-4°; 1853. Prix .... **15 fr.**

Tomes **32** à **61**. — (1er Janvier 1851 à 31 Décembre 1865.) Volume in-4°; 1870. Prix .... **15 fr.**

Tomes **62** à **91**. — (1er Janvier 1866 à 31 Décembre 1880.) Volume in-4°; 1889. Prix .... **15 fr.**

SUPPLÉMENT AUX COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES :

Tome I : Mémoire sur quelques points de la Physiologie des Algues, par MM. A. Derbès et A.-J.-J. Solier. — Mémoire sur le Calcul des Perturbations qu'éprouvent les Comètes, par M. Hansen. — Mémoire sur le Pancréas et sur le rôle du suc pancréatique dans les phénomènes digestifs, particulièrement dans la digestion des matières grasses, par M. Claude Bernard. Volume in-4°, avec 32 planches; 1856 .... **15 fr.**

Tome II : Mémoire sur les vers intestinaux, par M. P.-J. Van Beneden. — Essai d'une réponse à la question de Prix proposée en 1850 par l'Académie des Sciences pour le concours de 1853, et puis remise pour celui de 1856, savoir : « Étudier les lois de la distribution des corps organisés fossiles dans les différents terrains sédimentaires, suivant l'ordre de leur superposition. — Discuter la question de leur apparition ou de leur disparition successive ou simultanée. — Rechercher la nature des rapports qui existent entre l'état actuel du règne organique et ses états antérieurs », par M. le Professeur Bronn. In-4°, avec 27 planches; 1861... **15 fr.**

A la même Librairie les **Mémoires** de l'Académie des Sciences, et les **Mémoires** présentés par divers Savants à l'Académie des Sciences.

N° 19.

TABLE DES ARTICLES. (Séance du 12 mai 1890.)

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE

NOMINATIONS.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

CORRESPONDANCE.

PARIS. — IMPRIMERIE GAUTHIER-VILLARS ET FILS,
Quai des Grands-Augustins, 55.

1890

PREMIER SEMESTRE.

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES
DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

TOME CX.

N° 20 (19 Mai 1890).

PARIS,
GAUTHIER-VILLARS ET FILS, IMPRIMEURS-LIBRAIRES
DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.
Quai des Grands-Augustins, 55.

1890

RÈGLEMENT RELATIF AUX COMPTES RENDUS,

ADOPTÉ DANS LES SÉANCES DES 23 JUIN 1862 ET 24 MAI 1875.

Les *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie* se composent des extraits des travaux de ses Membres et de l'analyse des Mémoires ou Notes présentés par des savants étrangers à l'Académie.

Chaque cahier ou numéro des *Comptes rendus* a 48 pages ou 6 feuilles en moyenne.

26 numéros composent un volume.

Il y a deux volumes par année.

ARTICLE 1er. — *Impression des travaux de l'Académie.*

Les extraits des Mémoires présentés par un Membre ou par un Associé étranger de l'Académie comprennent au plus 6 pages par numéro.

Un Membre de l'Académie ne peut donner aux *Comptes rendus* plus de 50 pages par année.

Les communications verbales ne sont mentionnées dans les *Comptes rendus*, qu'autant qu'une rédaction écrite par leur auteur a été remise, séance tenante, aux Secrétaires.

Les Rapports ordinaires sont soumis à la même limite que les Mémoires; mais ils ne sont pas compris dans les 50 pages accordées à chaque Membre.

Les Rapports et Instructions demandés par le Gouvernement sont imprimés en entier.

Les extraits des Mémoires lus ou communiqués par les correspondants de l'Académie comprennent au plus 4 pages par numéro.

Un Correspondant de l'Académie ne peut donner plus de 32 pages par année.

Dans les *Comptes rendus*, on ne reproduit pas les discussions verbales qui s'élèvent dans le sein de l'Académie; cependant, si les Membres qui y ont pris part désirent qu'il en soit fait mention, ils doivent rédiger, séance tenante, des Notes sommaires, dont ils donnent lecture à l'Académie avant de les remettre au Bureau. L'impression de ces Notes ne préjudicie en rien aux droits qu'ont ces Membres de lire, dans les séances suivantes, des Notes ou Mémoires sur l'objet de leur discussion.

Les Programmes des prix proposés par l'Académie sont imprimés dans les *Comptes rendus*, mais les Rapports relatifs aux prix décernés ne le sont qu'autant que l'Académie l'aura décidé.

Les Notices ou Discours prononcés en séance publique ne font pas partie des *Comptes rendus*.

ARTICLE 2. — *Impression des travaux des Savants étrangers à l'Académie.*

Les Mémoires lus ou présentés par des personnes qui ne sont pas Membres ou Correspondants de l'Académie peuvent être l'objet d'une analyse ou d'un résumé qui ne dépasse pas 3 pages.

Les Membres qui présentent ces Mémoires sont tenus de les réduire au nombre de pages requis. Le Membre qui fait la présentation est toujours nommé; mais les Secrétaires ont le droit de réduire cet Extrait autant qu'ils le jugent convenable, comme ils le font pour les articles ordinaires de la correspondance officielle de l'Académie.

ARTICLE 3.

Le *bon à tirer* de chaque Membre doit être remis à l'imprimerie le mercredi au soir, ou, au plus tard, le jeudi à 10 heures du matin; faute d'être remis à temps, le titre seul du Mémoire est inséré dans le *Compte rendu* actuel, et l'extrait est renvoyé au *Compte rendu* suivant, et mis à la fin du cahier.

ARTICLE 4. — *Planches et tirage à part.*

Les *Comptes rendus* n'ont pas de planches.

Le tirage à part des articles est aux frais des auteurs; il n'y a d'exception que pour les Rapports et les Instructions demandés par le Gouvernement.

ARTICLE 5.

Tous les six mois, la Commission administrative fait un Rapport sur la situation des *Comptes rendus* après l'impression de chaque volume.

Les Secrétaires sont chargés de l'exécution du présent Règlement.

Les Savants étrangers à l'Académie qui désirent faire présenter leurs Mémoires par MM. les Secrétaires perpétuels sont priés de les déposer au Secrétariat au plus tard le Samedi qui précède la séance, avant 5h. Autrement la présentation sera remise à la séance suivante.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 19 MAI 1890,

PRÉSIDENCE DE M. HERMITE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président** annonce à l'Académie que, en raison des fêtes de la Pentecôte, la séance de lundi prochain 26 mai sera remise au mardi 27.

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Expériences sur les déformations que subit une enveloppe sphéroïdale soumise à des efforts de pression ; applications possibles au globe terrestre;* par M. **Daubrée.**

« Outre les expériences dont il a été rendu compte dans la séance précédente ([1]), il en est qui ont été faites par un procédé différent, aussi en vue de certaines applications possibles au sphéroïde terrestre.

([1]) *Comptes rendus,* t. CX, p. 983.

» Ces dernières expériences avaient surtout pour objet les déformations générales que subit une enveloppe sphéroïdale soumise à la contraction, sous l'influence de pressions normales à sa surface.

» Une manière très simple de voir ce qui, alors, peut se produire consiste à observer des ballons de caoutchouc, dans l'intérieur desquels on opère graduellement le vide, de telle sorte qu'ils s'écrasent par la simple pression atmosphérique. Leur surface externe subit ainsi des pressions qui lui sont normales, comme il arrive pour notre globe sous l'action de la pesanteur.

» Des ballons de plusieurs types et munis d'une tubulure ont été soumis à ces essais : les uns avaient une épaisseur uniforme; d'autres étaient renforcés, soit par une surépaisseur placée près de la tubulure, soit par une deuxième surépaisseur occupant l'autre extrémité du diamètre. Un tube en verre, étiré dans son milieu et adapté au ballon, permet de le fermer au chalumeau, après qu'il a été soumis à l'action aspirante d'une trompe, et par conséquent de le conserver avec sa déformation.

» Les configurations qui se produisent dans les conditions d'expériences dont il s'agit se modifient à chaque instant, à mesure que la contraction s'accroît. Elles offrent quelquefois une régularité remarquable; malheureusement, elles ne paraissent pas susceptibles de définitions géométriques rigoureuses.

» Au lieu de se chiffonner en de nombreuses fronces, ces ballons subissent des inflexions d'une grande amplitude relative. Souvent la contraction débute par la dépression d'une moitié entière du sphéroïde; plus tard, elle agit sur la contre-partie, en la partageant elle-même en deux dépressions.

» Dans d'autres cas, on voit une dépression circulaire prendre, en s'approfondissant, la forme d'un triangle équilatéral; puis, en s'enfonçant davantage, acquérir les contours d'un carré.

» Un sphéroïde ayant une surépaisseur à chacun des deux pôles a donné, à de nombreuses reprises, une transformation qui mérite d'être citée. Après qu'il se fût produit un large pli régulier suivant son équateur, les régions polaires renforcées, ayant pris chacune un contour triangulaire, ne tardèrent pas à se relier entre elles par trois arêtes courbes et tordues dans le même sens, de manière à présenter une imitation grossière d'un pentaèdre à faces courbes.

» Ces diverses configurations successives se sont reproduites avec constance pendant une assez nombreuse série d'essais.

» D'autre part, lorsque le ballon, après avoir été ainsi contracté, reprend sa forme sphérique initiale pour la rentrée graduelle de l'air, les mêmes variations dans les contours des cavités se reproduisent successivement, mais dans un ordre inverse.

» Des sphères métalliques ont été fabriquées pour subir des épreuves du même genre que celles de caoutchouc. Elles étaient en cuivre rouge, en laiton, en zinc, en étain et en plomb, d'un diamètre de $0^m,1$ et d'épaisseur très faible, variant de $\frac{1}{2}$ à $\frac{1}{4}$ de millimètre. On les a placées dans un cylindre en acier rempli d'eau et communiquant avec une puissante presse hydraulique ([1]).

» Après des pressions qui ont varié de 8 à 50 atmosphères, toutes se sont écrasées partiellement, affectant une dépression sur une grande partie de leur surface. La concavité offrait des contours simples et réguliers, soit une configuration fuséiforme (sphère d'étain), soit des contours en losange ou en triangle.

» Dans aucun de ces essais, je n'ai eu occasion de rencontrer la disposition en tétraèdre régulier qu'a signalée M. Ch. Lallemand ([2]). Mais, par suite du mode d'expérimentation employé pour les sphères métalliques et de l'opacité des parois du vase d'acier où elles étaient plongées, nous n'avons pu suivre les différentes phases de transformation : nous voyons seulement les déformations finales et permanentes, obtenues après que la limite d'élasticité avait été complètement dépassée. Les résultats précités ne permettent donc pas d'affirmer qu'un mode de déformation se rattachant à la symétrie du tétraèdre soit incompatible avec ce qui se passe dans les premiers instants de l'expérience, alors que les forces élastiques sont encore du même ordre que les pressions exercées.

» Que les ballons soient en métal ou en caoutchouc, ils ne sortent pour ainsi dire jamais de la fabrication avec une épaisseur uniforme; de là résulte une dissymétrie habituelle dans les déformations qu'ils subissent, lors même qu'ils n'ont pas été préparés dans ce but.

([1]) Je dois les sphères à l'obligeance de M. Gueldry et de M. Bullot, et l'épreuve de la presse à celle de M. Morane.

([2]) *Comptes rendus*, t. CII, p. 715; 1886.

Observations.

» On peut supposer que des expériences faites par les procédés qui ont été signalés dans cette Notice et dans la précédente (¹) parviendraient à imiter certains caractères de la configuration générale de l'écorce solide de notre globe. Des variations dans les épaisseurs de l'enveloppe et dans son degré de consistance aideraient à atteindre ce but. Malgré des exagérations presque monstrueuses dans les dimensions relatives des bombements et des dépressions, ils pourraient contribuer à l'intelligence des phénomènes naturels. Ainsi, la manière dont les parties australes des trois masses continentales du globe terrestre sont déviées dans un même sens vers l'est a été considérée comme devant provenir d'une influence de la rotation du globe. Mais l'expérience nous fait apparaître des proéminences qui sont ainsi déjetées, par un procédé tout à fait indépendant de ce mode d'action : par l'effet d'une simple *torsion* dans une enveloppe sphéroïdale non homogène, sollicitée à se contracter.

» Peut-être même ces essais seraient-ils applicables aussi aux déformations de la surface des autres planètes qui, selon l'hypothèse généralement admise, ont également passé par l'incandescence et par de longues périodes de refroidissement.

» En ce qui concerne la planète Mars, si les essais dont il vient d'être rendu compte aident à comprendre l'inégale répartition des parties nommées *continents* et *mers*, il n'en est pas de même pour le singulier réseau de linéaments réguliers, qu'on a désignés sous le nom de *canaux* et qui, à certaines époques, sont d'apparence géminée. Ce dernier caractère a été interprété de diverses manières. On a comparé ce parallélisme à celui des deux chaînes rhénanes, Vosges et Forêt Noire, et on lui a appliqué la manière dont Élie de Beaumont a expliqué l'origine de ces deux proéminences conjuguées, séparées par un effondrement central (²). Mais, à part toute autre objection, il ne serait pas facile d'admettre ce mécanisme se reproduisant avec une telle régularité, sur des cassures si nombreuses et aussi longues.

» Ce sont ces mystérieuses configurations, dont les essais précités avaient

(¹) *Comptes rendus*, tome CX, p. 983.

(²) PENARD, *L'Astronomie*, 1888, p. 484.

aussi pour but de tenter l'imitation. Or, quoi que nous ayons fait pour déformer, rider ou briser une enveloppe sphéroïdale, par l'effet d'une contraction, nous n'avons pu arriver à rien qui leur ressemblât.

» Ce que l'on a pu obtenir de plus analogue s'est produit dans une condition toute différente et même contraire, c'est-à-dire par la dilatation d'une croûte sphéroïdale et par les cassures qui en résultent.

» Un enduit de plâtre, de mastic à mouler ou de paraffine étant appliqué sur un ballon en caoutchouc que l'on dilate par l'introduction graduelle d'eau sous pression, cette enveloppe se brise suivant des lignes qui s'allongent graduellement. Les deux parois des cassures s'écartent peu à peu, tout en restant parallèles. Bientôt le sphéroïde présente un réseau de lignes parallèles deux à deux ou jumelles, qui se coupent suivant diverses directions.

» Souvent ces cassures, tout en manifestant une tendance marquée à se faire suivant des arcs de grands cercles, ont des contours sinueux. Mais il n'en est pas toujours ainsi; parfois elles suivent le trajet le plus direct, sans aucune sinuosité, et elles s'entre-croisent de manière à former un réseau à vastes mailles, associées deux à deux avec un parallélisme régulier, rappelant les linéaments que l'observateur croit voir se dédoubler à certaines époques sur la planète Mars, peut-être par suite du jeu des eaux au milieu de terres très basses. »

M. le **Secrétaire perpétuel** annonce à l'Académie la perte qu'elle vient de faire dans la personne de M. *Louis Soret*, Correspondant pour la Section de Physique, décédé à Genève le 13 mai.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

MÉTÉOROLOGIE. — *Nouvelle méthode de calcul pour l'interpolation et la correction des observations météorologiques*. Mémoire de M. **Marc Dechevrens**. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires : MM. Tisserand, Wolf.)

« La formule d'interpolation généralement usitée dans la recherche des lois des variations des phénomènes météorologiques, et attribuée

par les uns à Bessel, par d'autres à Fourier, est de la forme suivante :

$$x = \mathrm{M} + \mathrm{R}' \sin(u' + n\,15^\circ) + \mathrm{R}'' \sin(u'' + n\,30^\circ) + \mathrm{R}''' \sin(u''' + n\,45^\circ) + \ldots$$

x est le terme à interpoler, ou la valeur plus correcte d'une observation; M représente la moyenne arithmétique des observations; R' et u', R'' et u'', R''' et u''',... sont des constantes numériques et angulaires (coefficients harmoniques) à calculer préalablement à l'aide des seules observations.

» Complétées par cette ingénieuse méthode de calcul, des séries de 4, 6, 8 ou 10 observations sont aisément mises en courbe sans qu'on puisse hésiter sur la place à donner aux maxima et aux minima de la variation. De même, des séries de 12 et surtout de 24 observations, suffisantes d'ailleurs pour la construction immédiate d'une courbe, mais qui ne la donneraient pas avec cette régularité qui est nécessaire pour l'établissement de la loi de la variation du phénomène, subiront, traitées par la formule de Bessel, toutes les corrections désirables.

» Tels sont les avantages qu'on peut retirer de cette méthode de calcul. Mais ils sont achetés chèrement. Le calcul trigonométrique est long et fastidieux; il exige du calculateur autant d'attention que d'habileté, sous peine de voir des erreurs nombreuses se glisser dans les opérations et entacher les résultats : elles ne seraient d'ailleurs reconnues qu'à l'irrégularité des courbes obtenues et corrigées qu'en reprenant toute la série des calculs.

» Une longue pratique de la formule de Bessel, alors que je dirigeais en Chine l'observatoire de Zi-Ka-Wei, m'avait fait toucher du doigt ces difficultés et je me donnai comme tâche d'y remédier en simplifiant la méthode. Je reconnus d'abord qu'en serrant de près les opérations trigonométriques à faire on pouvait très heureusement arriver à des résultats identiques par un procédé purement graphique, n'exigeant aucun calcul, mais seulement une règle et un compas.

» C'était un premier pas. La méthode graphique, qu'il me serait difficile de développer ici en peu de mots, me conduisit bientôt à la méthode dite *des sinus*, application plus directe encore du principe fondamental de la méthode de calcul de Bessel; ce principe est le suivant : toute courbe plane périodique est la combinaison de plusieurs courbes sinusoïdes élémentaires à périodes de plus en plus courtes. Comme dans la méthode graphique, la série des observations est distribuée régulièrement sur les rayons de différents cercles, mais à des intervalles angulaires croissant de l'un à l'autre comme les nombres 1, 2, 3, 4, ... On trace les sinus de chacune des observations;

on en fait la somme dans les différents cercles ; cette somme constitue l'un des termes de l'une des courbes sinusoïdes élémentaires du principe fondamental. Faisant alors tourner ce que l'on peut appeler les *polygones des observations* d'angles convenables et traçant dans chacune de ces positions les sinus nouveaux des observations, on obtient dans leurs sommes et pour chaque polygone autant de points des courbes sinusoïdes élémentaires. Ces opérations peuvent se représenter de la manière suivante, en désignant les observations par les lettres A, B, C, D, ..., et en en supposant huit dans la série :

	1er élément.		2e élément.		3e élément.		4e élément.	
	$A \sin 90^\circ$		$A \sin 90^\circ$		$A \sin 90^\circ$		$\frac{1}{2} A \sin 90^\circ$	
	$B \sin 45$		$B \sin 0$		$B \sin 315$		$\frac{1}{2} B \sin 270$	
	$C \sin 0$		$C \sin 270$		$C \sin 180$		$\frac{1}{2} C \sin 90$	
	....		....		....		....	
Sommes :	n	+	n'	+	n''	+	n'''	= 1er terme de la variation cherchée

» Les polygones tourneraient ensuite, le premier de 15°, le deuxième de 30°, le troisième de 45° et le quatrième de 60° vers la gauche, ce qui donnerait une nouvelle série de sinus pour les observations, de nouvelles sommes et un deuxième terme pour la variation finale, qui en contiendra vingt-quatre calculés à l'aide des huit primitifs.

» Or, on arrivera évidemment aux mêmes résultats en opérant un peu différemment, comme il suit :

1er élément. 2e élément. 3e élément. 4e élément.

$$A(\sin 90^\circ + \sin 90^\circ + \sin 90^\circ + \tfrac{1}{2}\sin 90^\circ) = \text{somme}$$
$$B(\sin 45 + \sin 0 + \sin 315 + \tfrac{1}{2}\sin 270) = \text{somme}$$
$$C(\sin 0 + \sin 270 + \sin 180 + \tfrac{1}{2}\sin 90) = \text{somme}$$

....

Sommes.. = 1er terme

» Les parenthèses sont des sommes de sinus élémentaires que l'on peut calculer une fois pour toutes. On le fera pour toutes les positions que l'on peut avoir à donner aux observations et pour toutes les séries différentes d'observations que l'on peut avoir à étudier par cette méthode, comme les séries de 4, de 6, de 8, de 10, de 12 et de 24 observations. On aura ainsi à sa disposition des facteurs par lesquels il suffira de multiplier convenablement ces observations, pour que l'on obtienne tout de suite, et sans peine pour ainsi dire, des résultats que l'emploi de la formule de Bessel

n'aurait fournis qu'à grand renfort de calculs trigonométriques fort épineux.

» Telle est la méthode de calcul bien simple que je propose de substituer à la méthode de Bessel pour l'interpolation et la correction des séries d'observations météorologiques : l'arithmétique, multiplications et additions, remplace la trigonométrie, angles et logarithmes ; et, tandis que celle-ci exigeait un calculateur habile, celle-là pourra être confiée au dernier des assistants d'un observatoire. L'avantage sera apprécié, surtout si les résultats des deux calculs sont les mêmes quant à l'exactitude.

» Je donne d'abord dans l'Interpolateur arithmétique une disposition qui permet de trouver rapidement, parmi deux séries de 72 et même de 144 facteurs, ceux qui doivent être employés avec 12 ou 24 observations pour faire l'interpolation de 1, 2, 3 ou même 6 termes entre chacune d'elles. Ensuite j'établis des Tables très détaillées à 24 facteurs pour toutes les séries d'observations ; celles qui se rapportent aux séries de 4, de 6, de 8 ou de 10 observations serviront exclusivement de Tables d'interpolation ; les suivantes, qui sont particulières aux séries nombreuses de 12 ou de 24 observations, donnent le moyen de les corriger et de les interpoler tout à la fois ; à propos de la Table pour 10 observations, j'indique ce qu'on a à faire si l'on voulait les corriger.

» Une seconde catégorie de Tables de facteurs offre le moyen de calculer, outre la courbe résultante, les courbes composantes, c'est-à-dire les courbes sinusoïdes élémentaires : ce qui peut être utile souvent dans une discussion des observations. »

M. Em. François soumet au jugement de l'Académie un Mémoire relatif à un système de bateau sous-marin.

(Renvoi à l'examen de M. de Bussy.)

M. A. Fortin adresse de nouvelles observations de taches solaires.

(Renvoi à la Section d'Astronomie.)

CORRESPONDANCE.

M. Raoult, nommé Correspondant pour la Section de Physique, adresse ses remerciements à l'Académie.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

Un Volume de M. *Émile Mathieu*, intitulé : « Théorie de l'élasticité des corps solides. Première Partie ».

(Renvoi à la Commission du prix Poncelet.)

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète Brooks* (21 *mars* 1890), *faites au grand équatorial de l'observatoire de Bordeaux par MM.* G. Rayet *et* Courty. Note de M. **G. Rayet**, présentée par M. Mouchez.

Comète Brooks (21 mars 1890).

Dates 1890.	Temps moyen de Bordeaux.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parallaxe.	Position apparente.	Log. fact. parallaxe.	Étoiles.	Observ.
	h m s	h m s		° ′ ″			
Avril 9...	15.40.36,1	21.10.52,87	$-\bar{1},592$	74.42. 0,8	−0,724	*a*	G. Rayet
20...	13.27.32,9	21. 7.47,00	$-\bar{1},657$	68. 3.57,9	−0,752	*b*	G. Rayet
28...	13. 6.41,1	21. 2.28,43	$-\bar{1},674$	62.19.21,7	−0,710	*c*	G. Rayet
Mai 7...	12.12.34,5	20.51.45,11	$-\bar{1},710$	54.54.23,0	−0,676	*d*	G. Rayet
10...	12.39.41,0	20.46.31,79	$-\bar{1},709$	52.10.59,3	−0,581	*e*	Courty
15...	11.36.59,1	20.35.31,94	$-\bar{1},752$	47.30.49,1	−0,456	*f*	G. Rayet

Position moyenne des étoiles de comparaison pour 1890,0.

Étoiles.	Autorités.	Ascension droite moyenne.	Réduction au jour.	Position moyenne.	Réduction au jour.
		h m s	s	° ′ ″	″
a........	$Weisse_1$. H. XXI, n° 105	21. 7.42,89	−0,80	74.51.56,1	+13,71
b........	$Weisse_2$. H. XXI, n° 66	21. 5.34,63	−0,49	67.59.34,8	+14,94
c........	Lalande, n° 40778	20.57.37,13	−0,20	62.11. 3,7	+15,79
d........	$Weisse_2$. H. XX, n° 1673	20.54.25,07	+0,11	54.55. 5,4	+16,48
e........	$Weisse_2$. H. XX, n° 1556	20.49.39,32	+0,26	52.18.35,2	+16,60
f........	$\frac{1}{2}$($Weisse_2$. H. XX, n° 1132 + Radcliffe 1.4896)	20.34. 4,53	+0,58	47.32.53,1	+16,56

» Le 15 mai, la comète a un noyau de 9ᵉ à 10ᵉ grandeur enveloppé d'une nébulosité d'environ 4′ de diamètre qui se prolonge, à l'opposé du Soleil, en une queue de 10′ de longueur.

» La comète a pu être photographiée pendant cette même nuit, et sur le négatif, obtenu en une heure de pose, le noyau paraît comme un disque de diamètre sensible, enveloppé d'une nébulosité et suivi d'une chevelure

de 2′ environ de longueur. Une pose d'une heure est donc insuffisante pour montrer la chevelure avec tout son développement.

» La photographie n'a été obtenue qu'avec une grande difficulté; les fils de platine existant actuellement dans la lunette pointeur sont trop fins pour être vus sur champ obscur, et dès que le champ est illuminé la comète disparaît. La difficulté de maintenir la croisée des fils du pointeur sur le noyau de la comète explique pourquoi (sur le positif présenté à l'Académie) les traits formés par le déplacement des étoiles ne sont ni parfaitement continus, ni parfaitement droits; les corrections de mouvement ont été faites par à-coups. Pour pouvoir appliquer l'équatorial photographique de 32^{cm} à la photographie des faibles comètes, il faudra ajouter aux fils actuels du pointeur des fils de platine d'un diamètre un peu plus grand. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la valeur asymptotique des polynômes de Legendre.* Note de M. STIELTJES, présentée par M. Hermite.

« M. Darboux a donné, dans le *Journal de Mathématiques pures et appliquées* (3e série, t. IV, p. 39; 1878), une formule qui permet d'obtenir une expression approchée de $X_n(\cos\theta)$, l'erreur commise étant de l'ordre d'une puissance aussi grande qu'on le voudra de $\frac{1}{n}$.

» Nous avons obtenu le résultat suivant. Soient

$$0 < \theta < \pi, \qquad \alpha = \theta - \frac{\pi}{2},$$

$$C = \frac{4}{\pi}\,\frac{2.4.6\ldots(2n)}{3.5.7\ldots(2n+1)};$$

alors on a

$$\begin{aligned} X_n(\cos\theta) = C\Bigg[& \frac{\cos(n\theta+\frac{1}{2}\alpha)}{\sqrt{2\sin\theta}} + \frac{1.1}{2(2n+3)}\,\frac{\cos(n\theta+\frac{3}{2}\alpha)}{\sqrt{(2\sin\theta)^3}} \\ & + \frac{1.3.1.3}{2.4.(2n+3)(2n+5)}\,\frac{\cos(n\theta+\frac{5}{2}\alpha)}{\sqrt{(2\sin\theta)^5}} \\ & + \frac{1.3.5.1.3.5}{2.4.6.(2n+3)(2n+5)(2n+7)}\,\frac{\cos(n\theta+\frac{7}{2}\alpha)}{\sqrt{(2\sin\theta)^7}} + \ldots\Bigg]. \end{aligned}$$

» La loi est évidente, et la série est *convergente* et représente $X_n(\cos\theta)$ tant que l'on a $2\sin\theta > 1$, c'est-à-dire

$$\frac{\pi}{6} < \theta < \frac{5\pi}{6}.$$

Mais, que la série soit convergente ou non, on peut toujours énoncer la proposition suivante :

» *En prenant les k premiers termes de la série, l'erreur commise est inférieure, en valeur absolue, au* double *du $k+1^{\text{ième}}$ terme dans lequel on aurait remplacé par l'unité le cosinus qui figure au numérateur.*

» Nous nous proposons d'en développer prochainement la démonstration dans les *Annales de la Faculté des Sciences de Toulouse.* »

GÉODÉSIE. — *Sur la détermination d'un point.* Note de M. Hatt, présentée par M. Bouquet de la Grye.

« Les mesures angulaires propres à déterminer la position d'un point donnent naissance à des lieux géométriques de deux espèces : ils sont rectilignes si les angles sont observés d'un signal connu en visant le point inconnu; circulaires si, de ce dernier point, on a observé les angles de divers signaux connus.

» Le lieu géométrique rectiligne ou relèvement, qui émane généralement d'un signal éloigné, reste parallèle à lui-même, dans le voisinage du point inconnu, si la direction qui le définit varie d'un très faible angle ε. Son déplacement absolu est proportionnel à ε et à la distance a du signal. $a\varepsilon$ mesure donc l'incertitude de position du lieu géométrique, si ε est l'erreur moyenne d'un angle, et l'on peut définir son poids par $\frac{1}{a}$.

» Le segment circulaire capable d'un angle C mesuré entre deux signaux A et B est sensiblement rectiligne dans le voisinage du point C, et son orientation peut être déterminée si l'on a la position approchée de ce point. Il se déplace en restant parallèle à lui-même quand l'angle observé varie très peu, et ce déplacement est, comme pour le relèvement, proportionnel à la variation ε de l'angle et à une longueur que l'on obtient en divisant le produit des distances a et b aux deux signaux par leur distance c. La fraction inverse peut également définir le poids du lieu géométrique.

» Ces considérations élémentaires ont fourni un procédé de détermination des points où le dessin graphique vient au secours du calcul, son emploi étant justifié par la grandeur de l'échelle ($\frac{1}{10}$ ou $\frac{1}{20}$ du terrain) à laquelle on peut opérer.

» Les lieux géométriques sont tracés dans le voisinage d'un point approché, toujours suffisamment connu, et leur intersection détermine le

point exact dont la position résulte des mesures exécutées sur le dessin. L'avantage du procédé consiste à la fois dans une simplification du calcul et dans la forme frappante pour les yeux que cette représentation géométrique donne à la solution du problème.

» Il arrive rarement, à cause des erreurs d'observation, que les lieux géométriques obtenus passent par le même point. C'est à la méthode des moindres carrés qu'il faut recourir si l'on veut avoir la solution la plus probable.

» Son application à ce cas simple, où il n'y a que deux variables en jeu, donne lieu à une interprétation géométrique qui me paraît n'avoir pas été signalée.

» Ayant appelé *poids d'un lieu géométrique* la quantité $\frac{1}{p}$ $\left(p\right.$ désigne les distances a ou $\left.\frac{ab}{c}\right)$, il est naturel de définir le poids d'une solution résultant de l'intersection de deux lieux de poids $\frac{1}{p}$ et $\frac{1}{q}$ par l'expression $\frac{\sin\alpha}{pq}$, où α est l'angle des deux droites.

» n lieux géométriques se coupent généralement en $\frac{n(n-1)}{2}$ points constituant autant de solutions partielles dont les poids sont déterminés par cette expression. Si l'on suppose qu'en ces divers points on place des masses proportionnelles aux carrés des poids, la solution moyenne résultant de l'application de la méthode de Legendre est le centre de gravité du système.

» Un point rattaché à deux autres par un triangle dont les trois angles sont mesurés est déterminé par trois droites, deux relèvements et un segment capable, qui ne concourent pas si la somme des angles diffère de 180°.

» Les poids des trois solutions sont égaux; le point moyen se trouve donc au centre de gravité du triangle des lieux géométriques semblable à celui des signaux. Ce résultat mène à la règle connue du partage égal de l'erreur de fermeture entre les trois angles observés.

» Si l'on adopte comme définition de l'erreur moyenne de la position d'un point la quantité $\sqrt{\delta x^2 + \delta y^2}$, où δx et δy sont les erreurs moyennes de position dans deux sens perpendiculaires quelconques, on trouvera l'erreur moyenne du point le plus probable obtenu comme il vient d'être dit, en multipliant l'erreur moyenne d'un angle par la racine carrée d'une fraction dont le numérateur est la somme des carrés des poids des lieux géométriques et le dénominateur la somme des carrés des poids de leurs

intersections deux à deux. La règle appliquée au triangle dont on a mesuré les angles A et B à la base et l'angle C au sommet inconnu conduit à l'expression

$$\frac{\varepsilon}{\sin C}\sqrt{\frac{a^2+b^2+c^2}{3}}.$$

» Si l'on n'avait mesuré que les deux angles à la base, on aurait obtenu

$$\frac{\varepsilon}{\sin C}\sqrt{a^2+b^2}.$$

» La comparaison de ces deux expressions montre que pour $C = 90°$ on augmente la précision de $\frac{1}{5}$ environ en mesurant l'angle au sommet; que pour les valeurs très petites de C le triangle étant isoscèle, la mesure du troisième angle peut porter cette augmentation jusqu'à $\frac{45}{100}$ environ, et qu'enfin pour un triangle isoscèle obtusangle l'augmentation de la précision va en diminuant jusqu'à o, quand l'angle au sommet se rapproche de deux droits. »

CHIMIE. — *Sur les états isomériques du sesquibromure de chrome.* Note de M. A. **Recoura**, présentée par M. Berthelot.

« Les sels de sesquioxyde de chrome peuvent affecter, *à l'état dissous,* deux états isomériques distincts, que l'on désigne généralement sous le nom de *sels violets* et *sels verts*. On sait que ces deux modifications des sels de chrome correspondent à deux états isomériques différents du sesquioxyde de chrome. J'ai fait voir (*Annales de Chimie et de Physique,* 6e série, t. X, p. 5) que le sesquichlorure de chrome diffère des autres sels de chrome en ce que la variété, qui appartient à la catégorie des sels violets, peut elle-même se présenter sous deux états isomériques distincts, possédant des propriétés complètement différentes, mais présentant ce caractère commun que l'oxyde précipité de leurs dissolutions par les alcalis est le sesquioxyde de chrome des sels violets. J'ai montré que l'existence de ces deux états isomériques du sesquichlorure permet d'expliquer les curieuses propriétés de ce singulier corps.

» Il était intéressant de savoir si l'on retrouverait chez le sesquibromure les mêmes particularités. Tel est le but des recherches dont j'ai l'honneur de présenter le résultat à l'Académie.

» *Sesquibromure de chrome vert. Préparation.* — J'obtiens ce corps de la

façon suivante : on mêle une dissolution saturée d'acide chromique avec une dissolution d'acide bromhydrique à 50 pour 100 environ, en ayant soin d'employer un grand excès de celle-ci (4 ou 5 équivalents pour 1 équivalent d'acide chromique). La réaction se produit immédiatement. Il y a un dégagement de chaleur considérable et mise en liberté d'une notable quantité de brome. On obtient ainsi une dissolution de sesquibromure. Cette dissolution, *riche en acide bromhydrique,* évaporée à chaud, donne par refroidissement de belles aiguilles vertes; on les essore et on les fait sécher sur des plaques de porcelaine poreuse, à l'abri de l'air humide.

» *Propriétés.* — Les cristaux desséchés dans ces conditions ont la composition suivante : $Cr^2Br^3, 12HO$.

» Exposés à l'air, ils absorbent avec une grande rapidité l'humidité atmosphérique et tombent en déliquescence.

» Ils sont extrêmement solubles dans l'eau, qui en dissout, à la température ordinaire, plus de deux fois son poids. Cette dissolution est accompagnée d'un faible dégagement de chaleur



$$Cr^2Br^3, 12HO \text{ vert solide} + 500HO = \text{bromure vert dissous} + 0^{cal},68.$$

Je montrerai plus tard les conséquences de ce fait.

» Le bromure vert est très soluble dans l'alcool, insoluble dans l'éther.

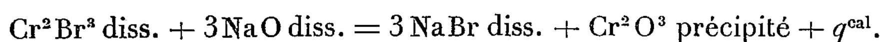
» *Changement d'état isomérique.* — Ce composé, qui, à l'état solide, se conserve indéfiniment sans altération, à peine dissous commence à éprouver un changement d'état qui se traduit par un changement de couleur. Si l'on prend une dissolution assez étendue pour qu'elle soit transparente, on observe que cette dissolution, qui au début était d'un vert magnifique, est, déjà au bout d'une heure, bleuâtre, et, au bout de vingt-quatre heures, complètement violette. Cette transformation est si rapide qu'un thermomètre sensible, plongé dans la dissolution, accuse très nettement le dégagement de chaleur qui, comme je le montrerai, accompagne cette transformation. Celle-ci est d'ailleurs d'autant plus rapide que la dissolution est plus étendue.

» Ce passage de la dissolution verte à la dissolution violette, qui s'effectue spontanément, à la température ordinaire, en quelques heures, s'effectue immédiatement sous l'influence de la chaleur. Si l'on chauffe la dissolution verte, elle devient immédiatement vert bleu, et conserve cette couleur tant qu'elle est à la température de l'ébullition. Mais dès qu'on la ramène à la température ordinaire, elle devient violette.

» Cette transformation de la dissolution verte en dissolution violette peut encore s'obtenir instantanément de la façon suivante : on traite la dissolution verte par une quantité équivalente d'une dissolution alcaline. On précipite ainsi le sesquioxyde de chrome. On redissout immédiatement celui-ci par une quantité équivalente d'acide bromhydrique, et l'on régénère ainsi le sesquibromure; mais, au lieu d'obtenir la dissolution verte, on obtient la dissolution violette.

» Ces changements de couleur montrent que, sous différentes influences, la dissolution du sesquibromure vert subit une transformation. Mais quelle est la nature de cette transformation? où s'arrête-t-elle? quand est-elle complète? C'est ce que les méthodes chimiques ne peuvent indiquer. Pour résoudre ces questions, il faut avoir recours aux méthodes thermochimiques.

» Pour caractériser une dissolution de sesquibromure, je mesure la quantité de chaleur qui se dégage quand on traite cette dissolution par une quantité équivalente de soude



$$Cr^2Br^3 \text{ diss.} + 3NaO \text{ diss.} = 3NaBr \text{ diss.} + Cr^2O^3 \text{ précipité} + q^{cal}.$$

» Cette quantité de chaleur q caractérise l'état de la dissolution, permet de comparer entre elles plusieurs dissolutions, à condition, bien entendu, que l'état final soit le même, c'est-à-dire que le sesquioxyde précipité soit toujours identique. Ceci est toujours réalisé, *car le sesquioxyde précipité de ces dissolutions, quel que soit leur état, est toujours le sesquioxyde des sels violets de chrome* (1).

» J'ai ainsi reconnu que la dissolution verte est caractérisée, à l'instant même où elle est faite, par la quantité de chaleur $q = 33^{cal},1$.

» Pendant les heures qui suivent, elle est caractérisée par des quantités de chaleur q qui vont en décroissant, pour atteindre *une limite fixe* $q = 21^{cal},6$. A ce moment, la liqueur est devenue complètement violette, et, quel que soit le temps qu'on la conserve, elle est toujours caractérisée par la même quantité de chaleur $q = 21^{cal},6$. La transformation moléculaire est donc terminée.

» Les liqueurs violettes obtenues par les deux derniers procédés (action de la chaleur, ou dissolution du sesquioxyde dans l'acide bromhydrique) sont également caractérisées par la même quantité de chaleur $q = 21^{cal},6$,

---

(1) Cet oxyde est caractérisé par sa chaleur de dissolution dans les acides.

c'est-à-dire qu'elles sont identiques à la liqueur violette qui provient de l'altération spontanée de la dissolution verte.

» Ainsi donc, il résulte de ces déterminations que le sesquibromure de chrome vert cristallisé Cr^2Br^3, 12HO est une forme stable du sesquibromure hydraté à l'état solide. Mais sa dissolution est instable; elle commence à se transformer immédiatement, pour aboutir, au bout d'un temps plus ou moins long suivant les circonstances, à un état final qui est toujours le même, qui représente la forme stable, l'état définitif de la dissolution du sesquibromure vert. Cette transformation est accompagnée d'un dégagement de chaleur $q = 33,1 - 21,6 = 11^{cal},5$.

» Quelle est la nature de cet état final, de cette liqueur violette? Je montrerai prochainement qu'elle correspond à une seconde forme du sesquibromure hydraté solide.

» J'ajoute que le sesquibromure vert appartient à la catégorie des sels violets de chrome, en ce sens que l'oxyde précipité de ses dissolutions est l'oxyde des sels violets de chrome. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur l'existence d'un hydrate d'oxychlorure ferrique cristallisé, et sur sa transformation en une variété dimorphe de la gœthite.* Note de M. G. **Rousseau**, présentée par M. Troost.

« La décomposition des solutions étendues de chlorure ferrique sous l'action de la chaleur a été signalée pour la première fois par de Senarmont. L'étude de ce phénomène a été reprise par H. Debray. Il a vu que les solutions très diluées de perchlorure de fer se dédoublent, vers 70°, en acide chlorhydrique et en sesquioxyde colloïdal, précipitable par le chlorure de sodium; à 100°, l'oxyde de Graham se transforme peu à peu dans la modification de l'oxyde ferrique découverte par Péan de Saint-Gilles.

» Les conclusions du travail de H. Debray ont été confirmées par Krecke. Ce chimiste a reconnu que la température de dissociation des solutions de chlorure ferrique est fonction de leur degré de dilution; elle s'élève progressivement à mesure que croît la concentration des liqueurs. Les dissolutions renfermant plus de 4 pour 100 de Fe^2Cl^3 ne se dissocient qu'au-dessus de 100°, en formant d'abord de l'hydrate colloïdal, puis en laissant déposer un oxychlorure ferrique amorphe que l'action d'une température plus élevée transforme à son tour en sesquioxyde anhydre.

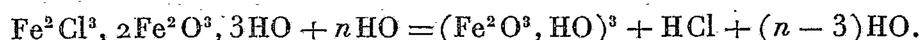
» Les recherches de Krecke n'avaient porté que sur des solutions dont la teneur en chlorure ne dépassait pas 30 pour 100. Il m'a paru qu'en opérant sur des dissolutions plus concentrées, il y aurait quelques chances d'obtenir des oxychlorures ou des hydrates ferriques cristallisés. En conséquence, j'ai soumis systématiquement à l'action de la chaleur, en tubes scellés, des solutions renfermant de 30 à 85 pour 100 de Fe^2Cl^3.

» Tant que la concentration reste inférieure à 80 pour 100 environ de Fe^2Cl^3, on n'obtient que des précipités amorphes. Au delà de cette limite, on observe, entre 160° et 180°, la formation d'une trace de cristaux d'oxychlorure. Ces cristaux sont très facilement solubles dans l'acide chlorhydrique; d'où cette conclusion que la séparation de l'oxychlorure est limitée par l'action inverse de l'acide chlorhydrique provenant de la dissociation du chlorure ferrique.

» En saturant cet acide, à l'aide d'un carbonate alcalino-terreux, tel que le marbre, la dolomie ou la giobertite, j'ai réussi à obtenir un dépôt beaucoup plus considérable d'oxychlorure cristallisé. Toutefois, on ne peut, par cet artifice, transformer ainsi que quelques centièmes du chlorure ferrique employé. Dès que la richesse de la dissolution a rétrogradé, par suite du dépôt de cristaux, à une teneur en Fe^2Cl^3 inférieure à 80 pour 100, elle se comporte comme les dissolutions étendues de chlorure ferrique et laisse déposer de l'oxyde de fer amorphe. Cette limite correspond sensiblement à la composition de l'hydrate $Fe^2Cl^3, 5HO$ (78,27 p. 100 de Fe^2Cl^3). On voit par là que la présence de chlorure ferrique anhydre dans la liqueur est nécessaire à la formation de l'oxychlorure cristallisé.

» Voici les conditions qui donnent les résultats les plus favorables : dans un tube de verre épais, fermé à l'une de ses extrémités, on introduit 11^{gr} à 12^{gr} de perchlorure de fer anhydre, puis on y verse 2^{cc} d'eau. Le tube est chauffé plusieurs heures, d'abord au bain-marie, puis graduellement jusque vers 150°, de façon à dissoudre la totalité du chlorure. Par refroidissement, le liquide se prend en une masse noirâtre à reflets verts. On y ajoute un fragment de marbre, on scelle à la lampe l'extrémité du tube restée ouverte, et l'on chauffe le tout vers 200°, au bain d'huile horizontal, pendant vingt heures environ. On trouve alors, au-dessus de la surface de séparation du liquide, et surtout au voisinage du fragment de marbre, l'intérieur du tube recouvert d'un enduit cristallin à structure sphérolitique. Quelquefois le tube est tapissé de cristaux aciculaires implantés perpendiculairement aux parois. On reprend la masse par l'eau et on laisse séjourner les cristaux d'oxychlorure dans l'eau froide fréquemment renou-

velée, jusqu'à ce qu'ils ne lui cèdent plus de trace de chlorure. Desséchés dans le vide, ils présentent une composition correspondant à la formule $Fe^2Cl^3, 2Fe^2O^3, 3HO$. Ce sont des prismes orthorhombiques, d'une couleur rouge brun et d'un vif éclat. Au contact de l'eau bouillante, ils subissent une curieuse métamorphose, analogue à celle qu'a observée M. Béchamp pour l'oxychlorure soluble $Fe^2Cl^3, 5Fe^2O^3$ précipité par les chlorures alcalins. Ils perdent progressivement tout leur chlore à l'état d'acide chlorhydrique et se changent à la longue, sans perdre leur structure cristalline, en un hydrate ferrique possédant la composition de la gœthite. Cette réaction, qui rappelle la saponification des éthers par l'eau, peut s'exprimer par l'équation suivante :



$$Fe^2Cl^3, 2Fe^2O^3, 3HO + nHO = (Fe^2O^3, HO)^3 + HCl + (n-3)HO.$$

» La transformation est totale après environ cent vingt heures de chauffe à 100°. Pour éviter l'altération du produit par l'acide chlorhydrique mis en liberté, il convient de placer au sein de l'eau un fragment de marbre qui sature l'acide à mesure qu'il se forme.

» L'hydrate ferrique ainsi obtenu est d'une couleur ambrée. Mais, à part ce changement de teinte, il a conservé la forme et les propriétés optiques de l'oxychlorure dont il dérive. Il y a donc là, non une simple pseudomorphose, mais bien un réel *isomorphisme* des deux composés.

» L'étude cristallographique de ces produits a été faite par M. Fouqué, qui a bien voulu s'intéresser à mes essais de reproductions minérales actuellement en cours d'exécution, et à qui j'exprime ici toute ma reconnaissance. D'après ses déterminations, l'hydrate ferrique ainsi que l'oxychlorure générateur se présentent en cristaux allongés, à extinction longitudinale et à forte dispersion. Presque tous sont à allongement négatif. Le plan des axes optiques est transversal. La face d'aplatissement est perpendiculaire à la normale, et, par conséquent, la bissectrice est positive. La biréfringence est d'environ 0,020 à 0,025.

» Bien que présentant la composition de la gœthite et appartenant au même système cristallin, les cristaux artificiels en diffèrent donc par un certain nombre de propriétés optiques qui en font une variété dimorphe du produit naturel. Je me propose de continuer l'étude de la décomposition des divers sels ferriques par l'eau, dans l'espoir d'arriver à la reproduction de la gœthite des roches.

» En chauffant aux températures supérieures à 220°, en présence de carbonates alcalino-terreux, des dissolutions très concentrées de perchlo-

rure de fer, j'ai obtenu une série d'oxychlorures anhydres, nettement cristallisés, sur lesquels je reviendrai dans une prochaine Communication [1]. »

CHIMIE. — *Sur quelques nouveaux chromates doubles*. Note de MM. M. LACHAUD et C. LEPIERRE, présentée par M. Schützenberger [2].

« Liebig et Wöhler, en soumettant le chromate de plomb à l'action de l'azotate de potassium fondu, ont obtenu et décrit un chromate basique de plomb CrO^4Pb, PbO de couleur rouge cinabre. C'est l'étude de cette réaction, que nous avions reprise sous la direction de M. Étard à l'École de Physique et de Chimie, il y a quelques années, que nous avons étudiée à nouveau et généralisée. Nous avons obtenu ainsi un certain nombre de chromates doubles, que nous allons successivement décrire en les divisant en groupes de métaux.

» 1° *Sels de potassium*. — 1000^{gr} de nitrate de potassium pur sont fondus dans une capsule de porcelaine (le point de fusion de ce sel, déterminé par le thermomètre à air, a été trouvé égal à 348°); on projette dans le liquide en fusion tranquille des proportions variables de chromate de plomb. On chauffe six à sept heures. Par le refroidissement, on obtient ainsi les corps que nous avons étudiés; il faut éviter de laisser le nitrate se solidifier dans la capsule, car celle-ci serait brisée lors du refroidissement; on décante, soit dans une capsule de fer, soit sur une table de porcelaine. Avec 60^{gr} de plomb pur, on obtient trois produits distincts, tous cristallisés au microscope et qui occupent rapidement le fond de la capsule : 1° un corps rouge brique; 2° un corps jaune citron; 3° un corps orangé. On peut séparer ces produits par des lavages et décantations successifs en utilisant leur poids spécifique et leur texture différents; cependant nous indiquerons des procédés permettant d'obtenir chacun de ces corps exempt des autres en grande partie.

» *a*. *Corps rouge brique*. — Ce composé, cristallisé dans le système cubique, constitue le produit principal quand on fait agir le chromate de plomb seul (c'est le chromate basique de plomb CrO^4Pb, PbO de Liebig et Wöhler).

---

(1) Ce travail a été fait au laboratoire de Recherches de la Sorbonne.

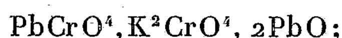
(2) Travail fait au laboratoire de l'École industrielle de Coïmbra (Portugal).

» Ce corps est très facile à obtenir à l'état de pureté, il est insoluble dans l'eau; les acides dilués le transforment en chromate de plomb neutre en séparant le groupement PbO.

» *b. Corps jaune.* — Ce composé cristallise en paillettes hexagonales très nettes, appartenant au système du prisme droit. Ce corps, soumis à l'analyse, correspond au chromate double de plomb et de potassium $PbCrO^4, K^2CrO^4$.

» Nous obtenons synthétiquement et facilement ce chromate double par l'addition de chromate de potassium au chromate de plomb dans le bain de nitrate fondu. Ainsi, par la fusion de 900^{gr} $KAzO^3$, 60^{gr} $PbCrO^4$ et 100^{gr} K^2CrO^4, le produit obtenu après trois heures de chauffe est exclusivement le chromate double ci-dessus mentionné. Ce sel est insoluble dans l'eau froide ou chaude et dans l'alcool; les acides dilués en séparent du chromate de plomb.

» *c. Corps orangé.* — Ce produit s'obtient surtout quand la chauffe est peu prolongée dans la fusion du chromate de plomb seul. Ce composé, cristallisé en prismes droits à base rectangulaire, donne à l'analyse des nombres correspondant à la formule



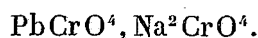
$$PbCrO^4, K^2CrO^4, 2PbO;$$

c'est donc un chromate plus basique combiné au chromate de potassium.

» Nous avons reproduit ce sel par fusion, pendant quelques heures, d'un mélange de chromate rouge et de chromate de potassium au sein du nitrate en fusion. L'action des acides sur ce sel est de même ordre que sur les sels précédents.

» 2° *Sels de sodium.* — Répétant les mêmes expériences avec le chromate de plomb dans un bain de nitrate de sodium, les résultats obtenus sont absolument comparables à ceux fournis par les sels de potassium. Nous ne parlerons plus du chromate basique rouge de plomb, qui se forme constamment; nous décrirons les deux sels qui se forment en même temps : un sel jaune et un sel orangé.

» *a. Corps jaune.* — Ce composé est cristallisé en prismes droits et ne présente que rarement des paillettes hexagonales comme le sel de potassium. L'analyse nous a fourni des nombres se rapportant à la formule

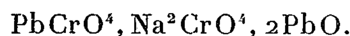


$$PbCrO^4, Na^2CrO^4.$$

» Ce sel est soluble dans l'eau et présente les mêmes caractères que le

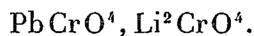
sel de potassium. Nous avons également effectué la synthèse de ce corps par le mélange du chromate neutre de plomb et du chromate de sodium sec.

» *b. Corps orangé.* — Ce composé est cristallisé microscopiquement dans le système du prisme oblique; ce composé ne se forme qu'en petite quantité; aussi faut-il opérer sur d'assez grandes portions de produits pour l'obtenir bien pur. Pour séparer ces corps, nous avons employé soit l'eau seule, soit de l'eau chargée de sel marin qui, par sa densité plus grande, permettait une séparation mécanique plus énergique, soit enfin en traitant plusieurs fois les produits par du nitrate pur en fusion. Ce sel correspond à la formule



$$PbCrO^4, Na^2CrO^4, 2PbO.$$

» 3° *Sels de lithium.* — Le chromate de plomb et le chromate de lithium, chauffés au sein d'un bain de nitrate de lithium, fournissent, outre le chromate basique de plomb, le chromate double de lithium et de plomb en cristaux microscopiques analogues aux chromates doubles précédents. Cependant, comme ce procédé nécessite l'emploi de certaines quantités de nitrate de lithium, nous préparons le sel double en chauffant pendant huit heures à 140°, en tubes scellés, un mélange de chromate de plomb récemment précipité avec une solution très concentrée de chromate de lithium neutre. De plus, le nitrate de lithium, qui fond à 236°, se décomposant peu à peu par la chaleur, fournit peu de chromate double. Le lithium, après séparation des autres métaux, a été dosé à l'état de sulfate. Ce composé répond à la formule



$$PbCrO^4, Li^2CrO^4.$$

» Il ne nous a pas été possible de préparer le sel orangé correspondant. Quand on fait la préparation du sel de lithium dans du nitrate de potassium ou de sodium, il se forme toujours les sels correspondants du potassium et du sodium, dont il est impossible de séparer des produits purs.

» Cette méthode d'obtention de chromates doubles donnerait des résultats, si on l'appliquait aux chromates des métaux à valence élevée et variable (cuivre, bismuth, mercure) et même, peut-être, avec les sulfates, avec les molybdates et les tungstates correspondants pour fournir des sels doubles. Les essais entrepris avec les chromates de baryum, de strontium, de calcium, ne nous ont pas encore conduits à des résultats dignes de mention,

et même nous croyons que la formation de ces sels serait plus difficile, dans le cas où elle se réaliserait. »

CHIMIE MINÉRALOGIQUE. — *Sur la cristallisation de l'alumine et de quelques autres oxydes dans l'acide chlorhydrique gazeux.* Note de MM. **P. Hautefeuille** et **A. Perrey**, présentée par M. Troost.

« On sait que, employé sous la tension atmosphérique, le gaz chlorhydrique est sans action sur l'alumine et la zircone aux températures élevées, sur l'acide titanique jusqu'à la température du rouge vif.

» Dans l'acide chlorhydrique agissant sous la tension de 3^{atm}, à une température inférieure à celle du rouge naissant, l'alumine préparée par la décomposition ménagée de l'oxalate se transforme en corindon, l'acide titanique amorphe cristallise sous la forme de l'anatase, et la zircone sous la forme de tables rhombes.

» Sous la tension de l'atmosphère, l'acide chlorhydrique est encore, à la même température, un agent efficace de minéralisation des mêmes oxydes, pourvu que l'on offre à son action, au lieu des oxydes plus ou moins cuits, des sels décomposables de ces oxydes : hydrocarbonate, oxalate, sulfate d'alumine, sulfate titanique. Lorsque l'on décompose le sulfate d'alumine dans un courant rapide de gaz chlorhydrique, on observe même le transport apparent de quelques cristaux de corindon.

» Si la décomposition des chlorures de titane et de zirconium donne de l'acide titanique et de la zircone cristallisés, la décomposition du chlorure d'aluminium ne peut, en revanche, dans les conditions de nos expériences, donner que de l'alumine amorphe. Si donc l'on doit rapporter l'action minéralisatrice de l'acide chlorhydrique sur l'alumine à la formation et à la décomposition successives d'une combinaison formée par ces deux substances, on ne voit pas quelle autre combinaison se pourrait former qu'un chlorhydrate d'alumine, analogue au chlorhydrate d'acide molybdique découvert par Debray et qui, en se décomposant, comme nous l'avons constaté, entre 150° et 200°, laisse de l'acide molybdique cristallisé. »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Sur le bouquet des vins et des eaux-de-vie.* Note de M. A. ROMMIER.

« Dans une Communication que j'ai eu l'honneur de faire à l'Académie des Sciences, le 24 juin 1889, j'ai annoncé que l'addition de petites quantités de levures ellipsoïdales cultivées à des raisins au moment où on les écrase, avant de les mettre à fermenter, communiquait aux vins des bouquets différant suivant chacune d'elles.

» Les raisins n'avaient pas été préalablement stérilisés, ils renfermaient les spores des levures de vin qui se trouvent sur la pellicule du fruit. J'avais été conduit à faire ces essais par une série de travaux antérieurs ([1]) qui m'avaient conduit à reconnaître :

» 1° Que la levure ellipsoïdale en activité qu'on introduit dans du raisin au moment où on l'écrase, par une température inférieure à 21°-22°, met moins de temps à se multiplier que les spores des levures de vin qui se trouvent sur la pellicule du fruit ne mettent à germer; elle envahit alors la fermentation et paralyse l'action des levures naturelles.

» 2° Si, par une température supérieure à 21°-22°, on ajoute une petite quantité d'une levure ellipsoïdale active à du raisin, lors du foulage, la levure ajoutée se développe alors parallèlement à la levure naturelle et possède encore suffisamment de force pour modifier le bouquet du vin.

» Depuis lors, M. Martinand ([2]) a fait une expérience qui peut être considérée comme une vérification de mon travail : il a mis à fermenter des raisins d'une même vigne avec cinq espèces de levures provenant : 1° d'un moût de cerises en pleine fermentation spontanée; 2° de vin de Beaujolais; 3° de Bourgogne; 4° de Champagne; 5° de Bordeaux. Il aurait produit, avec chaque levure, environ 1^{hlit} de vin. A la dégustation, tous ces vins ont présenté des bouquets différents.

» Les raisins, avant l'ensemencement par ces levures, avaient séjourné pendant vingt-quatre heures dans une solution à 5 pour 100 de bisulfite

---

([1]) *Comptes rendus*, t. XCIX, p. 879, 17 novembre 1884 : *Sur la levure de vin cultivée*.

([2]) *Bulletin de l'Association des chimistes de sucrerie et de distillerie*, septième année, n°s 3 et 4, p. 184, septembre et octobre 1889.

de soude, puis avaient été lavés à grande eau, avant de les écraser. La macération dans le bisulfite avait eu pour but de retarder le développement de la levure naturelle et de permettre à la levure ajoutée d'envahir toute la masse.

» Dans une Conférence, faite dernièrement par MM. Martinand et Rietsch, devant la Société d'Agriculture de l'Hérault, ces messieurs ont déclaré avoir observé, après de nombreux essais, « qu'il n'est nullement » nécessaire de se débarrasser des ferments existant naturellement à la » surface des raisins, qu'il suffit d'ajouter à la vendange une quantité » déterminée de levure vigoureuse pour que celle-ci prédomine et com- » munique au vin ses propriétés spécifiques. »

» Ces observations de MM. Martinand et Rietsch me paraissent tout à fait conformes à ce que j'ai annoncé dans ma Note du 24 juin 1889.

» Je trouve une autre confirmation très importante des faits que j'ai avancés dans le *Bulletin de la Société des Agriculteurs de France*, n° 9, p. 304, 1890 : *Sur l'influence des ferments dans les moûts de cidre;* à l'Institut agronomique, on aurait isolé cet hiver une levure ellipsoïdale de cidre, et on l'aurait mise à fermenter dans du jus de pommes, comparativement avec de la levure de bière. On y a constaté que le goût de ces boissons avait été modifié d'une manière très appréciable.

» Poursuivant ce genre de travail, j'ai cherché à savoir si les principes odorants sécrétés par les diverses levures ellipsoïdales, dans les liquides sucrés qu'elles font fermenter, se retrouveraient plus ou moins dans les alcools qui en dérivent. Dans ce but, j'ai fait fermenter comparativement de l'eau sucrée par quatre levures provenant des vins de Champagne, des grands vins rouges et blancs de la Bourgogne et des vins de l'Armagnac. On n'a ajouté à cette eau sucrée que des sels propres à la nourriture des ferments composés, par litre, de :

Sucre raffiné	160^{gr}
Sulfate de potasse	2
Phosphate d'ammoniaque	4
Sulfate de magnésie	4
Acide chlorhydrique à 18°	5^{cc} à 6^{cc}

» On n'y a pas ajouté de chaux, celle contenue dans l'eau et dans le sucre suffisant à l'alimentation des levures; et l'on n'a introduit le sulfate de magnésie qu'au moment où, pour en obtenir la stérilisation, les liqueurs étaient sur le point de bouillir. Les fermentations ont eu lieu

dans des flacons munis de tubes abducteurs plongeant dans l'eau, à une température variant de 12° à 20°. Cependant, pour la levure d'Armagnac, dont la dose initiale était trop faible, on a été obligé de la porter entre 20° et 30°.

» Les vinasses ainsi obtenues, soumises à la distillation dans un alambic, ont donné quatre alcools ayant des parfums différents, et surtout ne jouissant pas des mêmes montants, bien qu'ils eussent le même titre alcoolique de 50°.

» On sait, d'après les analyses de Payen, que les levures renferment dans leur constitution des matières grasses qu'elles fabriquent et s'assimilent, en se multipliant, aux dépens des éléments du sucre. Les acides qui entrent dans la composition de ces graisses, variables en nature et en proportion suivant les diverses levures, abandonnent, au moment où ils se forment, une partie de la glycérine qui leur correspond et qui reste en liberté dans les vinasses. Ils s'éthérifient alors au contact de l'alcool naissant et constituent dans cet état les principes odorants différents qui se trouvent dans les alcools obtenus par l'action des levures ellipsoïdales sur le sucre. Ces principes odorants disparaissent, en effet, rapidement pendant l'évaporation de l'alcool à l'air et ne laissent aucune odeur dans le vase qui les a contenus. De même, à la dégustation, ils n'impressionnent que momentanément le palais, tandis que les eaux-de-vie renferment, en outre, les principes essentiels qui préexistent dans les sucs des végétaux et dont l'odeur persiste plus ou moins après l'évaporation de l'alcool. »

MÉDECINE. — *Sur les caractères cliniques des véritables fièvres à quinquina. Loi et traitement préventif des rechutes dans les fièvres intermittentes alluvioniques*. Note de M. **Alcide Treille**, présentée par M. Bouchard.

« Tant d'infections microbiennes, de maladies par auto-intoxication ou autres, peuvent en imposer, par leurs caractères d'intermittence, pour des fièvres intermittentes telluriques où plutôt alluvioniques, que, pour bien juger de la véritable nature de ces dernières et éviter toute cause d'erreur dans le diagnostic et le traitement, il est nécessaire de prendre comme types des fièvres ayant déjà plusieurs semaines de durée. En les observant alors avec le thermomètre, dont les notations doivent toujours être préalablement enregistrées, on voit qu'elles sont, pourrait-on dire, invariables

dans leurs effets. Les accès de rechute commencent par une courte ascension thermique, pour atteindre, à partir du troisième ou quatrième accès, un summum qu'elles ne semblent point dépasser. Je n'ai pas vu une seule de ces fièvres se transformer en rémittente ou en pernicieuse.

» Dans ces conditions, si l'on donne le sulfate de quinine, on observe que le premier accès sur lequel porte le médicament n'est jamais coupé. La fièvre est plus ou moins atténuée, le malade peut même croire qu'il n'en a point, il accuse souvent de son malaise l'ivresse quinique, très passagère et tout à fait inoffensive, mais l'ascension thermométrique existe toujours. En revanche, le second accès est invariablement enrayé. Jamais il ne revient, et il est dès lors absolument inutile de donner une seconde dose de sulfate de quinine en prévision d'un accès suivant immédiat.

» L'heure à laquelle le sulfate de quinine est donné importe peu au fond. Il m'est souvent arrivé de l'administrer alors que l'accès était déjà commencé, et, pourvu que cet accès ne fût pas trop avancé, le résultat était le même.

» Le premier caractère clinique des véritables fièvres à quinquina est donc celui-ci : accès revenant toujours d'une manière identique; sulfate de quinine n'agissant jamais sur le premier accès attaqué, tout en l'atténuant dans de notables proportions, mais coupant toujours le second.

» Un second caractère aussi important, sinon plus important que le premier, est la tendance invariable aux rechutes. La rechute est pour ainsi dire fatale. Elle n'est pas subordonnée au hasard, mais se produit, en quelque sorte, d'une manière mathématique. La première ou la seconde ont lieu d'ailleurs à des époques plus ou moins éloignées. La période qui s'écoule entre elles est, par sa durée, en raison directe de la dose de sulfate de quinine employée pour couper le premier accès. Plus la dose a été forte, plus tardive sera la rechute.

» Mais si la dose a été faible, de 1^{gr} ou de $0^{gr},5$ seulement, par exemple, et, sans que je puisse encore indiquer un minimum, ces doses m'ont paru le plus ordinairement suffisantes pour empêcher le retour du second accès, on peut dire que 90 ou 95 fois sur 100, sinon plus, la rechute se produira au sixième jour après le premier accès sur lequel a porté le sulfate de quinine. Cette durée de la période intercalaire me semble exactement égale à la durée de l'incubation de la fièvre alluvionique.

» La rechute est la même pour les types quotidien, tierce et quarte, les seuls que j'aie constatés depuis vingt ans que je suis en Algérie, où j'ai observé dans les conditions et les lieux les plus divers.

» En dressant donc le Tableau comparatif suivant, où je marque par le signe + le jour des accès :

Fièvre int. quotidienne.	Tierce.	Quarte.
+ 1 Sulf. de quinine.	+ 1 Sulf. de quinine.	+ 1 Sulf. de quinine.
+ 2	2	2
+ 3	+ 3	3
+ 4	4	+ 4
+ 5	+ 5	5
+ 6	6	6
+ 7	+ 7	+ 7

on voit que les accès des 2, 3, 4, 5, 6 dans la quotidienne, des 3 et 5 dans la tierce, du 4 dans la quarte, manqueront après l'administration du sulfate de quinine à la date 1.

» J'ai basé sur cette observation, depuis plus de douze ans déjà, une méthode de traitement préventif des rechutes. Elle consiste à n'administrer le sulfate de quinine qu'en le faisant porter sur les jours de rechute certaine ou probable. La formule du traitement préventif est donc celle-ci

$$1 + 5 + 1 + 5 + 1 + 5 \ldots,$$

le chiffre 1 représentant le jour sur lequel doit porter le sulfate de quinine, 5 la période intercalaire où le médicament est sans objet. En partant du commencement d'un mois de 31 jours, par exemple, on voit que les jours où il faut donner le médicament sont les 1, 7, 13, 19, 25, 31. Ce que je traduis pour les malades en recommandant d'avancer chaque semaine d'un jour l'administration du sulfate de quinine.

» J'estime qu'il est utile d'employer, au moins pour combattre les premiers accès et ceux des deux ou trois premières rechutes, des doses de 2^{gr} à 3^{gr} de sulfate de quinine, en deux doses, à six ou huit heures d'intervalle, la seconde dose arrivant presque à l'affleurement du retour présumé de l'accès. J'ai même souvent employé des doses de 4^{gr} sans constater d'accident. Elles ont l'avantage de mieux prévenir les rechutes. J'ai l'habitude de continuer la médication pendant un mois et demi, deux mois, sans autre adjuvant qu'un régime tonique, en diminuant les doses, mais sans les abaisser toutefois au-dessous de 1^{gr}. Je n'ai, pour ainsi dire, point vu de rechute après un mois et demi. Il n'existe pas, à ma connaissance, de transformation en fièvres dites *larvées*. Celles-ci sont d'un autre ordre et de causes très diverses. L'observation thermométrique est le cri-

terium de l'alluvionisme, avec le sulfate de quinine comme pierre de touche dans les conditions indiquées.

» Depuis plus de douze ans que j'ai définitivement fixé ma méthode de traitement, je n'ai jamais observé d'insuccès. Je ne connais pas de fièvres intermittentes alluvioniques rebelles. Je n'ai jamais conseillé à mes malades de changer de climat, ni même de résidence. Je les ai toujours guéris sur place.

» Aucun autre médicament n'a eu jusqu'ici, à mes yeux, la valeur et l'efficacité du sulfate de quinine. Dès 1876, j'ai proscrit formellement les purgatifs et les vomitifs dans le traitement des fièvres telluriques. Cette médication est non seulement inutile, mais dangereuse (voir *Expédition de Kabylie orientale et du Hodna*. Paris, 1876). J'en dirai autant de l'arsenic.

» J'ai systématiquement renoncé depuis plus de seize ans au sulfate de quinine dans les fièvres dites *rémittentes*, qui me paraissent de nature typhoïdique atténuée.

» Les fièvres dites *pernicieuses* me semblent également d'une autre nature. Le sulfate de quinine se comporte d'une manière très inégale envers elles, tout en étant peut-être le meilleur médicament. Elles seraient dues, autant que je puis croire, à des virus exaltés par passage. Elles n'ont pas de tendance aux rechutes après guérison d'un premier accès, ou, du moins, les rechutes ne se produisent pas dans les mêmes conditions que celles indiquées plus haut.

» Les fièvres rémittentes et pernicieuses confèrent l'immunité à ceux qui en ont été atteints. La fièvre intermittente alluvionique ne paraît pas la conférer. »

M. E.-S. Holden adresse, de l'observatoire de Lick (Californie), une épreuve photographique de l'éclipse du 21 décembre 1889.

La séance est levée à 4 heures. J. B.



On souscrit à Paris, chez GAUTHIER-VILLARS ET FILS,
Quai des Grands-Augustins, n° 55.

Depuis 1835 les **COMPTES RENDUS** hebdomadaires paraissent régulièrement le *Dimanche*. Ils forment, à la fin de l'année, deux volumes in-4°. Deux Tables, l'une par ordre alphabétique de matières, l'autre par ordre alphabétique de noms d'Auteurs, terminent chaque volume. L'abonnement est annuel et part du 1[er] janvier.

Le prix de l'abonnement est fixé ainsi qu'il suit :

Paris : **20** fr. — Départements : **30** fr. — Union postale : **34** fr. — Autres pays : les frais de poste extraordinaires en sus.

On souscrit, dans les Départements,

	chez Messieurs :
Agen	Michel et Médan.
Alger	Gavault St-Lager. Jourdan. Ruff.
Amiens	Hecquet-Decobert.
Angers	Germain et Grassin. Lachèse et Dolbeau
Bayonne	Jérôme.
Besançon	Jacquard.
Bordeaux	Avrard. Chaumas. Vincent. Muller (G.).
Bourges	David.
Brest	Lefournier. F. Robert. J. Robert. V[e] Uzel Caroff.
Caen	Baër. Massif.
Chambéry	Perrin.
Cherbourg	Henry.
Clermont-Ferr...	Rousseau. Ribou-Collaye.
Dijon	Lamarche. Ratel. Damidot.
Douai	Lauverjat. Crépin.
Grenoble	Drevet. Gratier.
La Rochelle	Robin.
Le Havre	Bourdignon. Dombre.
Lille	Ropiteau. Lefebvre. Quarré.
Lorient	Gosse. M[me] Texier.
Lyon	Beaud. Georg. Mégret. Palud. Vitte et Perussel.
Marseille	Millaud.
Montpellier	Calas. Coulet.
Moulins	Martial Place.
Nancy	Sordoillet. Grosjean-Maupin. Sidot frères.
Nantes	Loiseau. M[me] Veloppé.
Nice	Barma. Visconti et C[ie].
Nîmes	Thibaud.
Orléans	Luzeray.
Poitiers	Blanchier. Druineaud.
Rennes	Plihon et Hervé.
Rochefort	Boucheron - Rossignol.
Rouen	Langlois. Lestringant.
S[t]-Étienne	Chevalier.
Toulon	Bastide. Rumèbe.
Toulouse	Gimet. Privat.
Tours	Boisselier. Péricat. Suppligeon.
Valenciennes	Giard. Lemaître.

On souscrit, à l'Étranger,

	chez Messieurs :
Amsterdam	Robbers. Feikema Caarelsen et C[ie].
Athènes	Wilberg.
Barcelone	Verdaguer. Piaget.
Berlin	Asher et C[ie]. Calvary et C[ie]. Friedlander et fils. Mayer et Müller.
Berne	Schmid, Francke et C[ie].
Bologne	Zanichelli et C[ie].
Bruxelles	Ramlot. Mayolez. Falk.
Bucharest	Haimann. Ranisteanu.
Budapest	Kilian.
Cambridge	Deighton, Bell et C[o].
Christiania	Cammermeyer.
Constantinople	Lorentz et Keil.
Copenhague	Höst et fils.
Florence	Lœscher et Seeber.
Gand	Hoste.
Gênes	Beuf.
Genève	Cherbuliez. Georg. Stapelmohr.
La Haye	Belinfante frères.
Lausanne	Benda. Payot.
Leipzig	Barth. Brockhaus. Lorentz. Max Rübe. Twietmeyer.
Liège	Brandt. Gnusé.
Londres	Dulau. Nutt.
Luxembourg	V. Bück.
Madrid	Fuentès et Capdeville. Librairie Gutenberg. Gonzalès e hijos. Yravedra. F. Fé.
Milan	Dumolard frères. Hœpli.
Moscou	Gautier.
Naples	Furcheim. Marghieri di Gius. Pellerano.
New-York	Christern. Westermann.
Odessa	Rousseau.
Oxford	Parker et C[ie].
Palerme	Clausen.
Porto	Magalhaès.
Prague	Rivnac.
Rio-Janeiro	Garnier.
Rome	Bocca frères. Loescher et C[ie].
Rotterdam	Kramers et fils.
Stockholm	Samson et Wallin.
S[t]-Petersbourg	Librairie Française. Wolff.
Turin	Bocca frères. Brero. Clausen. Rosenberg et Sellier.
Varsovie	Gebethner et Wolff.
Vérone	Drucker.
Vienne	Frick. Gerold et C[ie].
Zürich	Meyer et Zeller.

TABLES GÉNÉRALES DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES :

Tomes **1[er]** à **31**. — (3 Août 1835 à 31 Décembre 1850.) Volume in-4°; 1853. Prix .... **15** fr.

Tomes **32** à **61**. — (1[er] Janvier 1851 à 31 Décembre 1865.) Volume in-4°; 1870. Prix .... **15** fr.

Tomes **62** à **91**. — (1[er] Janvier 1866 à 31 Décembre 1880.) Volume in-4°; 1889. Prix .... **15** fr.

SUPPLÉMENT AUX COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES :

Tome I : Mémoire sur quelques points de la Physiologie des Algues, par MM. A. Derbès et A.-J.-J. Solier. — Mémoire sur le Calcul des Perturbations qu'éprouvent les Comètes, par M. Hansen. — Mémoire sur le Pancréas et sur le rôle du suc pancréatique dans les phénomènes digestifs, particulièrement dans la digestion des matières grasses, par M. Claude Bernard. Volume in-4°, avec 32 planches; 1856 .... **15** fr.

Tome II : Mémoire sur les vers intestinaux, par M. P.-J. Van Beneden. — Essai d'une réponse à la question de Prix proposée en 1850 par l'Académie des Sciences pour le concours de 1853, et puis remise pour celui de 1856, savoir : « Étudier les lois de la distribution des corps organisés fossiles dans les différents terrains sédimentaires, suivant l'ordre de leur superposition. — Discuter la question de leur apparition ou de leur disparition successive ou simultanée. — Rechercher la nature des rapports qui existent entre l'état actuel du règne organique et ses états antérieurs », par M. le Professeur Bronn. In-4°, avec 27 planches; 1861 ... **15** fr.

A la même Librairie les **Mémoires** de l'Académie des Sciences, et les **Mémoires** présentés par divers Savants à l'Académie des Sciences.

N° 20.

TABLE DES ARTICLES. (Séance du 19 mai 1890.)

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

CORRESPONDANCE.

PARIS. — IMPRIMERIE GAUTHIER-VILLARS ET FILS,
Quai des Grands-Augustins, 55.

1890

PREMIER SEMESTRE.

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

TOME CX.

N° 21 (27 Mai 1890).

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS ET FILS, IMPRIMEURS-LIBRAIRES
DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,
Quai des Grands-Augustins, 55.

1890

RÈGLEMENT RELATIF AUX COMPTES RENDUS,

ADOPTÉ DANS LES SÉANCES DES 23 JUIN 1862 ET 24 MAI 1875.

Les *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie* se composent des extraits des travaux de ses Membres et de l'analyse des Mémoires ou Notes présentés par des savants étrangers à l'Académie.

Chaque cahier ou numéro des *Comptes rendus* a 48 pages ou 6 feuilles en moyenne.

26 numéros composent un volume.

Il y a deux volumes par année.

ARTICLE 1er. — *Impression des travaux de l'Académie.*

Les extraits des Mémoires présentés par un Membre ou par un Associé étranger de l'Académie comprennent au plus 6 pages par numéro.

Un Membre de l'Académie ne peut donner aux *Comptes rendus* plus de 50 pages par année.

Les communications verbales ne sont mentionnées dans les *Comptes rendus*, qu'autant qu'une rédaction écrite par leur auteur a été remise, séance tenante, aux Secrétaires.

Les Rapports ordinaires sont soumis à la même limite que les Mémoires; mais ils ne sont pas compris dans les 50 pages accordées à chaque Membre.

Les Rapports et Instructions demandés par le Gouvernement sont imprimés en entier.

Les extraits des Mémoires lus ou communiqués par les correspondants de l'Académie comprennent au plus 4 pages par numéro.

Un Correspondant de l'Académie ne peut donner plus de 32 pages par année.

Dans les *Comptes rendus*, on ne reproduit pas les discussions verbales qui s'élèvent dans le sein de l'Académie; cependant, si les Membres qui y ont pris part désirent qu'il en soit fait mention, ils doivent rédiger, séance tenante, des Notes sommaires, dont ils donnent lecture à l'Académie avant de les remettre au Bureau. L'impression de ces Notes ne préjudicie en rien aux droits qu'ont ces Membres de lire, dans les séances suivantes, des Notes ou Mémoires sur l'objet de leur discussion.

Les Programmes des prix proposés par l'Académie sont imprimés dans les *Comptes rendus*, mais les Rapports relatifs aux prix décernés ne le sont qu'autant que l'Académie l'aura décidé.

Les Notices ou Discours prononcés en séance publique ne font pas partie des *Comptes rendus*.

ARTICLE 2. — *Impression des travaux des Savants étrangers à l'Académie.*

Les Mémoires lus ou présentés par des personnes qui ne sont pas Membres ou Correspondants de l'Académie peuvent être l'objet d'une analyse ou d'un résumé qui ne dépasse pas 3 pages.

Les Membres qui présentent ces Mémoires sont tenus de les réduire au nombre de pages requis. Le Membre qui fait la présentation est toujours nommé; mais les Secrétaires ont le droit de réduire cet Extrait autant qu'ils le jugent convenable, comme ils le font pour les articles ordinaires de la correspondance officielle de l'Académie.

ARTICLE 3.

Le *bon à tirer* de chaque Membre doit être remis à l'imprimerie le mercredi au soir, ou, au plus tard, le jeudi à 10 heures du matin; faute d'être remis à temps, le titre seul du Mémoire est inséré dans le *Compte rendu* actuel, et l'extrait est renvoyé au *Compte rendu* suivant, et mis à la fin du cahier.

ARTICLE 4. — *Planches et tirage à part.*

Les *Comptes rendus* n'ont pas de planches.

Le tirage à part des articles est aux frais des auteurs; il n'y a d'exception que pour les Rapports et les Instructions demandés par le Gouvernement.

ARTICLE 5.

Tous les six mois, la Commission administrative fait un Rapport sur la situation des *Comptes rendus* après l'impression de chaque volume.

Les Secrétaires sont chargés de l'exécution du présent Règlement.

Les Savants étrangers à l'Académie qui désirent faire présenter leurs Mémoires par MM. les Secrétaires perpétuels sont priés de les déposer au Secrétariat au plus tard le Samedi qui précède la séance, avant 5h. Autrement la présentation sera remise à la séance suivante

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU MARDI 27 MAI 1890,

PRÉSIDENCE DE M. HERMITE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

Notice sur les travaux de M. Louis Soret;
par M. **A. Cornu**.

« Jacques-Louis Soret, né à Genève le 39 juin 1827, professeur de Physique à l'Université, décédé le 13 mai dernier, a attaché son nom à des résultats importants dans des branches très diverses de la Science.

» Ses premiers travaux ont porté sur l'électricité : l'étude des lois de l'électrolyse l'a conduit à définir les conditions favorables à la production de l'ozone, et à en déterminer la densité ainsi que la constitution chimique, problèmes difficiles qui lui valurent, en Chimie, une juste notoriété.

» Ses recherches sur la corrélation de l'électricité dynamique et des autres forces physiques ont contribué à éclaircir diverses relations, encore

obscures à cette époque, entre l'énergie mécanique, la chaleur et les courants; les progrès accomplis depuis lors dans l'analyse rigoureuse de ces phénomènes n'ont point fait oublier une expérience délicate sur le magnétisme de rotation où L. Soret montra, dès 1857, la réaction sur le champ magnétique inducteur des courants induits dans une masse conductrice en mouvement non uniforme.

» Les données relatives à l'intensité des radiations du Soleil et à la température de cet astre intéressent presque toutes les sciences expérimentales : L. Soret a contribué dans une large part aux progrès des moyens d'observation et à la discussion correcte des résultats. Plus hardi que ses devanciers qui avaient parcouru les diverses stations alpestres avec leurs actinomètres, il réussit le premier, en 1867, à installer ses appareils, pendant deux jours, au sommet du mont Blanc et à obtenir une série de mesures simultanées à trois altitudes différentes. Ces travaux, du plus haut intérêt, ramenèrent l'attention sur la mesure de la température solaire, que des évaluations récentes, fondées sur des observations analogues, portaient à 10 millions de degrés : la nouvelle méthode, correctement appliquée, se trouve d'accord avec celle de Pouillet pour attribuer au Soleil une température de même ordre que celle de nos foyers terrestres.

» Dans le domaine de l'Optique physique, L. Soret a imaginé des appareils qui restent classiques : le double prisme montrant la dispersion anomale ; le réseau circulaire donnant des images focales par diffraction ; l'oculaire fluorescent perfectionné, qui permet d'observer jusqu'à leur extrême limite les radiations invisibles ultra-violettes presque aussi aisément que les rayons visibles : c'est à l'aide de ce dernier appareil que L. Soret et ses habiles collaborateurs ont déterminé le pouvoir rotatoire du quartz dans toute l'échelle des radiations visibles et ultra-violettes, défini le pouvoir absorbant d'un grand nombre de substances et montré que la transparence ultra-violette est, pour certains corps, un des caractères les plus délicats de leur pureté chimique.

» Ce mode d'analyse par absorption des radiations a permis à L. Soret, en 1878, de signaler, dans ce qu'on appelait alors l'*erbine*, l'une des terres extraites de la gadolinite, un élément chimique nouveau qu'il désigna modestement sous le nom de *terre X*, en le caractérisant par son spectre d'absorption : ce spectre est celui des sels d'*holmium*, dont M. Clève parvint de son côté, en 1880, à opérer la concentration. L. Soret a donc la plus grande part dans la découverte de ce nouveau métal : il a même à cette occasion fait preuve d'un désintéressement scientifique peu commun, en

acceptant courtoisement la dénomination d'*holmium*, donnée par M. Clève à un élément qu'il aurait eu lui-même le droit de nommer.

» En d'autres régions de l'Optique, la Science lui est redevable de consciencieuses recherches parmi lesquelles on doit citer l'étude si difficile de la diffusion de la lumière, de l'illumination des corps transparents et surtout de la polarisation atmosphérique poursuivie aux altitudes les plus diverses. Enfin, l'observation des beaux phénomènes que présentent les lacs et les glaciers des Alpes, ainsi que les mouvements séismiques du sol ont été l'occasion d'observations importantes ou de suggestions ingénieuses.

» Physicien habile et observateur judicieux, L. Soret était de la race de ces savants genevois qui, toujours en éveil devant les phénomènes de la nature, marchent à l'avant-garde dans l'étude des problèmes nouveaux de la Science : il joignait à cette curiosité de naturaliste le goût de la précision, qu'il était venu développer en France, dès ses débuts, auprès de Regnault, dont il fut le collaborateur dévoué. Il avait conservé parmi nous de nombreuses relations scientifiques que la douceur et l'élévation de son caractère rendaient particulièrement affectueuses : sa fin prématurée inspire les plus vifs regrets à tous ceux qui avaient pu l'apprécier comme ami et comme savant. »

PHYSIQUE TERRESTRE. — *Note sur des travaux récents exécutés en Algérie*; par M. J. Janssen.

« Je désire entretenir l'Académie de quelques résultats obtenus dans le voyage que je viens de faire en Algérie.

» Ce voyage, qui a duré quatre mois et demi, avait pour but divers objets se rapportant principalement aux études que je poursuis sur l'analyse spectrale des gaz et vapeurs de l'atmosphère terrestre.

» On a déjà obtenu par la Photographie la description du spectre solaire. Il convient de rappeler à cet égard les travaux de Rutherfurd, de Draper et surtout de M. Rowland, qui est actuellement occupé à nous donner un spectre s'étendant du rouge à l'ultra-violet et admirable de précision et de richesse.

» Ces spectres se rapportent au Soleil circumméridien, c'est-à-dire quand la lumière solaire a subi aussi peu que possible l'action de l'atmosphère terrestre. Dans ces spectres, les raies que j'ai proposé de nommer *telluriques* et qui représentent l'action de notre atmosphère sont donc aussi peu accusées que possible.

» Or, si l'on veut mettre en évidence cette action si importante de notre atmosphère sur la lumière solaire, et arriver à faire non seulement la part de cette action en général, mais encore celle de chacun des éléments : oxygène, azote, vapeur d'eau, acide carbonique, etc. en particulier, il est nécessaire d'obtenir l'ensemble de ce même spectre solaire, non plus seulement au méridien, mais à l'horizon, c'est-à-dire là où l'action de notre atmosphère est le plus prononcée.

» Le rapprochement et la discussion de ces deux ordres de spectres permettront de faire avec une entière sûreté la part tellurique du phénomène. Il ne restera plus qu'à chercher, dans ce spectre tellurique, ce qui regarde chacun des éléments de l'atmosphère au moyen des spectres reconnus de ces éléments.

» Quand j'ai commencé mes travaux sur l'action de l'atmosphère terrestre sur la lumière solaire, j'ai eu naturellement à étudier le spectre solaire à l'horizon, et j'ai publié quelques cartes se rapportant à cet objet.

» Mais alors, la photographie spectrale des régions jaune et rouge n'existait pas, et ce sont précisément celles où les phénomènes telluriques sont le plus importants.

» Aujourd'hui, grâce à l'emploi de la gélatine et des substances qui la sensibilisent pour les régions les moins réfrangibles du spectre oculaire, on peut reprendre ce travail fondamental et obtenir l'ensemble du spectre solaire normal à l'horizon. Tel a été l'objet principal de mon voyage en Algérie.

» J'ai choisi la station de Biskra, à l'entrée du désert, station qui est desservie par un chemin de fer.

» M. le Ministre de la Guerre avait bien voulu me recommander d'une manière toute spéciale à M. le Commandant du 19e corps d'armée, et, grâce à cette recommandation, j'ai rencontré de la part de l'armée l'empressement le plus gracieux et dont je dois la remercier ici. A Biskra, le Génie mit à ma disposition un petit fort situé sur un rocher, en dehors de la ville et où la vue s'étendait d'une manière illimitée, vers le sud, sur le désert. Tous les matins vers 4^{h}, une voiture venait me prendre à l'hôtel et me conduisait au fort, où j'attendais le lever du Soleil et où je restais jusqu'au coucher.

» J'ai travaillé là depuis le commencement du mois de janvier jusqu'à la moitié d'avril.

» Les spectres photographiés étaient obtenus à l'aide d'un photospectromètre à réseau de Rowland, muni de lunettes de 1^{m},10 environ de foyer et

d'un objectif de concentration de $2^m,20$ de distance focale. J'ai cherché à obtenir les mêmes régions spectrales dans les divers ordres, suivant les exigences ou les facilités que présentaient les plaques sensibles.

» Ce travail considérable n'est naturellement pas terminé, mais je dois dire que, sans la pureté du ciel dans ces régions et la continuité des jours favorables, il m'eût été tout à fait impossible de rien obtenir d'important.

» Dans ce travail, j'ai été successivement aidé par MM. Stanoëwitch et Gabriel Gaupillat.

» Dans une excursion que j'ai faite, grâce au concours de l'armée, à l'orient de Tuggurth dans le Souf, j'ai pu étudier les spectres des régions les plus sèches peut-être du globe. Un autre objet intéressant a été l'obtention, par la Photographie, des images des phénomènes si variés et si curieux du mirage dans les régions des grands chotts qui se trouvent entre le Souf et Biskra, le chott Melrir, Merouan, etc. La Photographie permettra de discuter, sur documents certains et mesurables, les conditions qui président à la production de ces singuliers phénomènes dont les apparences et les causes sont beaucoup plus multiples qu'on ne le croit.

» Enfin, je dois dire à l'Académie que je me suis trouvé à El-Oued précisément au moment où l'envoyé des Touaregs venait faire à la France des propositions de paix et d'amitié.

» Il ne m'appartient pas de dire ici sur quelles bases les négociations avec ces peuplades, qui détiennent les routes de l'intérieur, sont entamées. Il faut, à cet égard, nous en rapporter à la sagesse de notre Gouvernement, du Gouverneur de l'Algérie et des officiers habiles et si dévoués qui commandent dans ces régions. Mais je puis dire, sans commettre d'indiscrétion, que les faits déplorables qui ont si tragiquement mis fin à la mission Flatters ne sont pas encore complètement connus, que l'envoyé des Touaregs a fait à cet égard d'importantes révélations, et que les principales de ces tribus, très désireuses de vivre en paix et de nouer des relations avec nous, sont disposées à nous donner toutes les satisfactions que nous exigerons pour leur accorder l'aman et rentrer en grâce.

» Je puis dire, sans m'étendre davantage, que le fait qui vient de se passer, et que j'ai eu sous les yeux, peut être considéré comme destiné à avoir des conséquences très importantes. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur les observations faites aux stations de montagne en Europe et aux États-Unis*; par M. **H. Faye**.

« D'après les théories régnantes, l'air est ascendant dans les tempêtes, et la condition pour que cet air monte, en opérant en bas un appel énergique sur les couches les plus basses, est uniquement que sa température soit partout plus élevée que celle des couches d'air qu'il traverse successivement.

» La vérification directe de cette hypothèse consisterait à porter un thermomètre à différentes hauteurs dans un cyclone et à comparer ses indications avec les températures correspondantes dans l'atmosphère à l'état d'équilibre. Mais comment hasarder une ascension en ballon en pleine tempête?

» La création de nombreux observatoires de montagne en donne aujourd'hui le moyen. Dans ces derniers temps, des météorologistes éminents, le P. Dechevrens et M. Hann en Europe, MM. Hazen, Allen, etc., aux États-Unis, ont entrepris de comparer ainsi la théorie avec les faits sur une étendue verticale de plusieurs kilomètres.

» Les résultats ne paraissent pas avoir été favorables à la théorie; M. le professeur H. Hazen, par exemple, a formulé les conclusions suivantes, d'après l'étude d'une quarantaine de cyclones et d'anticyclones observés sur le mont Washington (¹) :

» 1° *La théorie actuelle sur la génération et le développement des tempêtes est fort peu solide et ne supporte pas la discussion;*

» 2° *Il paraît probable que la formation des tempêtes est complètement indépendante de la distribution des températures dans le sens vertical.*

» Les observations de ce savant météorologiste, associé de longue main aux travaux du *Signal Office*, ne portent que sur une seule station, celle du mont Washington, dont l'altitude dépasse à peine 1900^{m}. Il était donc important de voir si les mêmes conclusions s'étendraient à un cyclone étudié d'un grand nombre de stations à la fois et sur une hauteur beaucoup plus considérable.

» C'est ce qu'a fait M. Hann, Directeur de l'Institut météorologique

(¹) *Storms and central ascendant courant*, par le professeur H.-A. Hazen, dans le *Meteorological Journal* de juillet 1889.

autrichien, dans un Mémoire qu'il a lu le 17 avril dernier à l'Académie des Sciences de Vienne, et dont il a bien voulu m'adresser un compte rendu. L'auteur a mis à profit des circonstances singulièrement favorables qui se sont présentées, à peu de jours d'intervalle, en octobre et novembre derniers. Le 1er octobre, un cyclone passait sur un groupe de neuf observatoires de montagne, dans la région des Alpes. Du 12 au 24 du mois suivant, un énorme anticyclone s'est installé sur une grande partie de l'Europe. Son centre est resté tout ce temps-là sur la même région alpestre que le cyclone précédent. Grâce à ces nombreux observatoires de montagne, auxquels il faut joindre ceux du puy de Dôme, du pic du Midi et de la Schneekoppe, M. Hann a pu déterminer avec sûreté les variations verticales de la température jusqu'à 3500^{m} et construire le Tableau suivant :

Altitudes en mètres.	Températures. Cyclone.	Anticyclone.
500	+ 7°,9	— 2°,7
1000	+ 5,1	+ 6,3
1500	+ 2,3	+ 4,4
2000	— 0,6	+ 2,5
2500	— 3,4	+ 0,6
3000	— 6,2	— 1,3
3500	— 9,1	— 3,2

» Je laisse de côté l'anticyclone, malgré l'intérêt que présentent ces observations, pour m'attacher au cyclone. Voici ce qu'en dit M. Hann. Comparées aux températures de la même colonne d'air déterminées par trente années d'observation, celles du cyclone sont inférieures de 4°,3 en moyenne, et les écarts partiels sont distribués assez uniformément sur toute la hauteur. L'écart, pour la station du Sonnblick, par exemple, est de 3°,8.

» La conclusion qu'en tire M. Hann, en Europe, est aussi nette et plus énergique encore que celle de M. Hazen, aux États-Unis :

» *Nous sommes redevables aux observatoires de montagne érigés dans ces derniers temps d'être désormais affranchis du préjugé, suggéré par les observations faites à la surface de la Terre, d'après lequel les températures dans les cyclones et les anticyclones devaient être la condition première de ces phénomènes.*

» C'est un échec décisif pour les théories régnantes. J'ignore ce que

M. H. Hazen ou M. Hann entendent leur substituer. Le premier incline à croire qu'au fond du mystère des tempêtes il y a quelque manifestation non encore dévoilée de l'énergie électrique. Le second paraît les considérer comme des phénomènes dépendant de la circulation générale de l'atmosphère, laquelle se rattache, à son tour, à la différence de température entre l'équateur et les pôles. Quoi qu'il en soit, l'Académie me permettra de lui faire remarquer que ces nouveaux résultats ne contredisent en aucune façon la théorie que j'ai proposée bien avant l'intervention des observatoires de montagne. Dans cet écroulement final des hypothèses sur lesquelles on a basé toute la Météorologie dynamique, une seule chose reste debout, c'est cette théorie. »

PALÉONTOLOGIE. — *Sur la flore turonienne des Martigues (Bouches-du-Rhône)*. Note de M. **A.-F. Marion**.

« M. le professeur Vasseur, au cours de ses explorations, déjà si profitables à la Paléontologie provençale, vient de reconnaître dans les couches turoniennes des bords de l'étang de Berre, à la Mède, près Martigues, un gisement très riche en végétaux fossiles. Cette découverte présente une grande importance, aussi bien pour la géologie de la région que pour la connaissance générale des flores crétacées.

» La présence à la Mède d'organes variés et nombreux, provenant de plantes terrestres enfouies dans les sédiments charbonneux d'une ancienne lagune saumâtre, démontre d'une manière irrécusable la proximité d'un sol émergé, contrairement à l'opinion récemment émise, d'après laquelle, durant toute la période crétacée, la mer n'aurait formé, dans la Basse Provence, qu'un vaste golfe recouvrant complètement le bassin d'Aix et celui de Marseille. D'autre part, la nouvelle flore fossile qui nous est ainsi rendue appartient à une époque dont la végétation est peu connue (grès d'Uchaux, zone à *Trigonia scabra*) : plus récente que les flores cénomaniennes, elle semble d'un degré plus ancienne que celle de Bagnols, dans le Gard.

» Comme dans le cénomanien de la Bohême, et comme dans les couches de Bagnols, les Phanérogames jouent un rôle important à la Mède et prédominent même sur les Cryptogames et les Gymnospermes.

» Cette riche flore, dont les espèces montrent, d'une manière exceptionnelle, tous les détails de la nervation foliaire, exigera un travail attentif

d'analyse et de comparaison; mais il est possible, dès maintenant, d'en indiquer la physionomie générale.

» Les Fougères, sans être très variées, sont fréquentes dans les sédiments vaseux de la Mède. Outre un type nouveau de Polypodiée à fronde étroite et dichotome, les empreintes de Filicinées appartiennent toutes à un genre bien original, sans liaison manifeste avec les formes actuelles, genre que les grès de Bagnols nous ont fait connaître et que nous désignons, avec M. de Saporta, sous le nom de *Comptoniopteris*. Ce genre est peut-être déjà représenté dans le cénomanien de Bohême; il a eu, dans tous les cas, une assez longue durée dans la région méditerranéenne française, car il se retrouve dans les couches sénoniennes du Beausset.

» Les *Comptoniopteris* avaient probablement le port de nos Pteris indigènes, avec des frondes souvent assez grandes; mais ils s'éloignent de toutes les Fougères actuelles. Les pinnules, à base élargie, sont décurrentes sur le rachis principal, qui devenait ainsi ailé. Chez certaines formes spécifiques, la bordure du rachis produisait même de véritables pinnules. La nervation de ces pinnules est, d'autre part, tout à fait anomale. Elle consiste, outre une nervure médiane principale, en deux nervures latérales secondaires encore assez importantes, émettant un réseau de nervules anastomosées d'après un dessin qui n'est pas ordinaire chez les Fougères et fait penser aux nervations des bractées ou des stipules des Phanérogames. Il s'agit bien toutefois d'une Fougère, dont nous distinguons à la Mède quatre formes d'après l'état des pinnules, tantôt à bord entier, tantôt découpées par des lobes plus ou moins nombreux (*Comptoniopteris provincialis, C. intermedia, C. Saportæ, C. Vasseuri*).

» Plus variées que les Fougères, les Conifères appartiennent aux genres déjà signalés dans les gisements crétacés : *Sequoia, Thuyites, Widdringtonites, Sphenolepidium*. Les empreintes assimilables au genre *Sequoia* se rapprochent du *S. tubulata* de Heer. Deux espèces de *Thuyites* doivent être décrites comme nouvelles, dont l'une serait certainement attribuée au genre *Libocedrus*, si ses rameaux avaient été rencontrés dans des couches tertiaires. Le *Widdringtonites* est représenté par de grêles rameaux et par des fruits à quatre valves très caractéristiques. Je crois pouvoir rapporter les *Sphenolepidium* aux deux espèces déjà connues, *Kurrianum* et *Sternbergianum* de Schenck. Les Cycadées ont laissé des traces positives de leur existence : plusieurs segments de frondes, détachés du rachis, sont identiques avec les organes du *Podozamites lanceolatus* Heer.

» Les restes de Phanérogames offrent naturellement le plus d'intérêt. Ils sont d'ailleurs très abondants ; mais leur étude nous laisse, le plus souvent, dans une réelle indécision. Cette impression doit être notée comme un caractère significatif de cette étrange végétation primitive au milieu de laquelle les Dicotylées, encore assez proches de leur début, ont cependant déjà subi des différenciations très complexes de leurs appareils appendiculaires, complications dont l'interprétation exigera de patientes recherches.

» Les Monocotylées, subordonnées aux Dicotylées, ne sont représentées jusqu'ici à la Mède que par une espèce, d'ailleurs fort belle, le *Dracœnites Jourdei*, dont nous possédons à la fois les feuilles normales engainantes et les courtes bractées des hampes florales.

» Parmi les nombreuses Dicotylées, il faut distinguer les formes d'une physionomie assez nette et celles d'un type ambigu. En premier lieu, se rangent des feuilles dont tous les détails de structure concordent avec les Myricées actuelles. On peut décrire un *Myrica Campei* (du type du *M. serrata*), un *Myrica Rougoni* (du type du *M. faya*), un *Myrica Gaudryi* (du type du *M. cerifera*).

» Un Saule incontestable (*Salix Vasseuri*), à bord entier, représente à la Mède le *S. perucensis* décrit par Velenovsky dans les couches cénomaniennes de Bohême.

» Nous attribuons encore sans hésitation à un *Magnolia* quelques feuilles d'une conservation parfaite.

» Les caractères des autres espèces ne sont pas assez certains pour permettre des assimilations étroites avec les genres actuels.

» Nous signalerons sous le nom de *Cesalpinites marticensis* des folioles probables de Légumineuses. Nous devons enfin citer des *Celastrophyllum*, des *Proteophyllum*, deux *Dewalquea*, l'un à bord entier du type *Gelindenensis*, l'autre à bord denté correspondant au *D. aquigranensis*.

» Une feuille assez grande présente, dans sa nervation très complexe, à la fois les traits des *Viburnum* et ceux des *Styrax*.

» A cette énumération déjà longue, il faut ajouter quelques espèces trouvées dans une couche gréseuse appartenant à la même formation, mais entraînées plus loin du rivage et offrant une physionomie différente. Les feuilles sont plus grandes et ont dû être plus coriaces. Nous connaissons déjà de ce second gisement un *Menispermum* (*Cocculus*) *assimile*, deux *Sapindophyllum*, un *Dryophyllum* (?) et un *Myrica* particulier.

» Cette première étude des plantes turoniennes de la Mède montre toute l'importance de la découverte de M. Vasseur ([1]). »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

MÉCANIQUE. — *Sur la résolution automatique et l'intégration des équations.* Mémoire de M. H. Parenty, présenté par M. Resal. (Extrait par l'auteur.)

(Commissaires : MM. Sarrau, Poincaré, Haton de la Goupillière.)

« La grandeur d'un *effet* ou *phénomène* résulte généralement d'une relation établie entre ses *causes* ou *forces extérieures*. Elle peut également se déduire de la position d'équilibre d'un système matériel pesant, convenablement abandonné à l'action de ces forces. Cette résolution automatique des équations admet des règles précises, qu'il me paraît intéressant de grouper et d'appliquer à quelques exemples.

» 1. *Effet d'une seule cause.* — Soit

$$F(E, C) = 0 \tag{1}$$

une relation continue, algébrique, transcendante ou purement expérimentale entre un effet E et sa cause C représentée par une force quelconque. J'utilise cette force pour donner à chaque instant au plan vertical qui la contient, autour d'une normale, un déplacement ω qui puisse déterminer l'effet. E sera, par exemple, l'arc ω ou l'une de ses lignes, ou une dimension quelconque engendrée par le déplacement

$$E = F_1(\omega). \tag{2}$$

» Dans ce but, j'oppose à C, dont le moment varie d'ailleurs avec ω, un contrepoids Π à bras de levier variable ρ

$$F_2(\omega, C) = \Pi\rho. \tag{3}$$

» L'élimination de C et E fournit l'équation aux bras de leviers

$$\rho = \Phi(\omega). \tag{4}$$

([1]) Voir plus loin, page 1086.

» Cette *podaire* définit l'*enveloppe* supportant le brin de suspension de Π.

» 1° La tangente enveloppée a pour longueur la dérivée du rayon ρ;

» 2° L'angle des rayons homologues égale l'angle des tangentes;

» 3° Les tangentes homologues s'inclinent également sur leurs rayons;

» 4° Les courbes se touchent sur les rayons maxima et minima;

» 5° Les logarithmes de rayons homologues ont même dérivée en ω.

» On introduirait par la même règle la cause d'un effet déterminé:

» Application à l'enregistrement de la vitesse de rotation d'un arbre au moyen de l'écartement des boules d'un régulateur.

» *a*. On peut quelquefois ramener la podaire à un cercle et l'enveloppe à un point où l'on fixe le contrepoids:

» Application à l'enregistrement des pressions et des températures.

» *b*. Certaines réactions définies du déplacement ω exigent une correction de la came ou l'addition d'une came spéciale:

» Application au jaugeur des rivières et des conduites forcées.

» *c*. Dans le but d'assurer aux appareils une sensibilité uniforme, il est intéressant de pouvoir substituer à la force génératrice C une force motrice C_m de même direction, dont le moment subisse des variations proportionnelles à celles du déplacement ω_1. La podaire est une spirale d'Archimède

$$\rho = a\omega + b. \tag{4}$$

» Déterminons la relation entre C et C_m. La loi physique et celle du déplacement n'étant pas modifiées, je tire de (1) et (2)

$$F[F_1(\omega), C] = 0; \tag{5}$$

je combine l'équation (3) relative à C_m avec l'équation (4)

$$F_2(\omega, C_m) = \Pi(a\omega + b); \tag{6}$$

enfin, éliminant ω entre (5) et (6), j'obtiens

$$\psi(C, C_m) = 0: \tag{7}$$

» Application au tracé du manomètre à mercure du compteur de vapeur.

» *d*. Pour évaluer une force dont l'azimut varie, comme le vent, l'appareil devra pivoter autour d'un second axe vertical.

» 2. *Addition et soustraction des effets de causes distinctes.* — Le premier effet s'ajoute au second par un déplacement des zéros :

» Application à l'intégration de la vitesse des trains.

» 3. *Multiplication et division des effets de causes distinctes*

$$E = ee_1. \tag{8}$$

J'assure à un levier l autour de i des déplacements ω très petits, proportionnels à e; puis je lui superpose, dans sa position initiale, un second levier L qui, par l'intermédiaire d'un galet M parcourant sa direction iI, puisse en recevoir autour de I des déplacements Ω très petits, proportionnels à E. Soient a et A les distances initiales du galet aux centres, x son trajet. A chaque instant

$$\Omega = \omega \frac{a+x}{A+x}. \tag{9}$$

Il suffit que le facteur en x, ordonnée d'une hyperbole équilatère dont x est l'abscisse, soit proportionnel à e_1; or nous pouvons faire de x une fonction déterminée du déplacement ω_1 d'un appareil soumis à la force génératrice de e_1. L'équation (2) devient

$$e_1 = K \frac{a+f(\omega_1)}{A+f(\omega_1)}, \tag{2}$$

et il nous suffit pour assurer la solution de la joindre aux autres équations fondamentales.

» La division s'effectuerait en vertu des mêmes principes :

» Application au compteur d'alcool absolu.

» 4. *Effet de plusieurs causes distinctes.* — Dans le cas général d'une relation quelconque entre un effet et ses causes diverses, on doit chercher à décomposer la fonction en facteurs relatifs à une seule cause. Il arrive fréquemment, comme je l'ai montré pour le débit des gaz [1], que cette transformation puisse se faire sans erreur notable entre certaines limites déterminées. L'artifice équivaut à substituer à une surface quelconque une autre surface tangente ou osculatrice :

» Application au compteur de vapeur. »

---

[1] *Comptes rendus*, 12 juillet 1886.

M. L. **Mirinny** adresse un nouveau Mémoire « Sur les ruptures de l'écorce des astres ».

(Renvoi à la Section d'Astronomie.)

M. Ch. **Heurlant** soumet au jugement de l'Académie une « Table d'opération » que vient de construire M. *Ch. Rigault*.

(Renvoi à la Section de Médecine et Chirurgie.)

M. P. **Turlin** adresse, de Bône, un Mémoire sur la navigation aérienne.

(Renvoi à la Commission des Aérostats.)

CORRESPONDANCE.

MÉCANIQUE CÉLESTE. — *Sur la nutation de l'axe du monde*. Note de M. **Folie**, présentée par M. Faye.

« Le plus grand nombre des astronomes qui se sont occupés des constantes arbitraires, introduites par l'intégration dans les équations du mouvement de l'axe du monde, se sont mépris sur leur vraie signification, qui a cependant été bien nettement définie par Laplace.

» Le grand géomètre, après avoir donné l'expression des termes qui renferment ces constantes, dont il représente la première (le coefficient numérique) par G, ajoute : « Si la valeur de G était sensible, on le reconnaîtrait par les variations *journalières* de la hauteur du pôle ; et puisque les observations les plus précises n'y font remarquer aucune variation de ce genre, il en résulte que G est insensible, et qu'ainsi l'on peut négliger les parties de θ et de ψ qui dépendent de l'état initial du mouvement de la Terre [1]. »

» La période de la nutation due à l'existence de ces termes est, en effet, de $\frac{1}{1+\mu}$ jour sidéral ; elle est donc presque exactement *diurne*, μ étant à peine égal à 0,003 [2].

---

[1] *Mécanique céleste*, Liv. V, Art. 4.
[2] Je reviendrai ultérieurement sur ce point.

» Il en résulte qu'elle repasse par toutes les mêmes valeurs après $\frac{1}{1+\mu}$, $\frac{2}{1+\mu}$, $\frac{3}{1+\mu}$, etc. jours, et qu'elle ne reprend *la même valeur à la même heure sidérale* qu'après $\frac{1}{\mu} + 1$ jours sidéraux.

» C'est cette dernière circonstance seule qui semble avoir frappé les astronomes, et ils ont pensé que la période est de trois cent cinq jours, tandis qu'elle est en réalité, étant admis leur chiffre, de $\frac{1}{1+\frac{1}{305}}$ jour. Aussi quelques-uns ont-il donné le nom de *déci-mensuelle* à cette nutation.

» Oppolzer même s'y est mépris, quoiqu'il ait traité *ex professo* du mouvement de rotation de la Terre, et qu'il ait donné la forme exacte des termes de cette nutation, qui indique bien une période de un jour environ, comme il le dit du reste (¹). Mais, au lieu de calculer cette période même, il a calculé celle du cône décrit, dans l'intérieur de la Terre, par l'axe instantané de rotation autour de l'axe polaire, et l'a trouvée égale à trois cent cinq jours environ (²). Confondant alors ce cône, décrit dans la Terre en trois cent cinq jours, avec le cône décrit par l'axe instantané dans le ciel en $1\frac{1}{305}$ jour, il ajoute que, *si même l'ouverture de ce cône était considérable, il n'en résulterait encore pour les latitudes que des variations périodiques d'une période d'environ dix mois* (³). Et c'est en cela que consiste sa méprise. Car, l'axe de rotation décrivant ce cône dans le ciel en un jour environ, les latitudes varieront pendant chacune de ces périodes consécutives presque diurnes, tout autant qu'elles varient, en vertu de la même nutation, pendant la période entière de trois cent cinq jours. En d'autres termes, si l'on pouvait mesurer exactement, en différents instants du jour, la hauteur du pôle, et que l'on pût la corriger rigoureusement de l'influence de la précession, de la nutation, de l'aberration et de la réfraction, mais sans tenir compte des termes qui renferment les constantes arbitraires, on constaterait, suivant l'expression de Laplace, des *variations journalières de la hauteur du pôle*.

» Les géomètres français (Poisson, Serret, etc.) ne se sont pas trompés,

---

(¹) Traduction Pasquier, p. 152.

(²) *Ibid.*, p. 151.

(³) *Ibid.*, p. 151. Cette confusion disparaîtrait, ce me semble, si l'on se reportait au lumineux Mémoire de Poinsot sur la précession, dans la *Connaissance des Temps pour* 1858. (H. F.)

du reste, sur le caractère presque absolument diurne de cette nutation de l'axe du monde.

» Cependant aucun astronome, à ma connaissance, n'en a encore tiré cette conclusion que c'est par des observations faites dans un intervalle de temps aussi court que possible qu'on peut le mieux en déterminer les constantes, parce que, pendant cet intervalle, on sera presque entièrement à l'abri des erreurs qui peuvent affecter les autres termes de réduction (précession, nutation annuelle et aberration), et même la quantité μ; mais personne, surtout, n'a songé à en tirer cette autre conclusion, très utile pour la détermination de ces constantes, c'est que les observations consécutives d'une circompolaire, à ses passages supérieurs et inférieurs, doivent donner des résultats différents, si la constante numérique γ de cette nutation n'est pas insignifiante.

» En désignant par β la seconde constante, cette nutation sera, en obliquité, $-\gamma\omega \sin[(1+\mu)\varphi+\beta]$ et en longitude $+\frac{\gamma}{\sin\varepsilon}\sin[(1+\mu)\varphi+\beta]$.

» J'ai fait déterminer γ et β par le procédé que je viens d'indiquer ([1]), en utilisant des séries d'une vingtaine d'observations des passages consécutifs supérieurs et inférieurs de la polaire pendant une même saison (avril-juin), faites à Dorpat de 1823 à 1825 par W. Struve.

» Les résultats, calculés par M. Bijl, astronome adjoint à l'Observatoire royal, sont consignés ci-dessous :

Années.	γ.	β.	Époque.
1823............	0",053	146°,6	1er avril 1823
1824............	0,075	157,4	1er avril 1824
1825............	0,039	181,5	1er avril 1825

» Il semble donc que cette nutation soit plus considérable qu'on ne l'admet d'après Peters, Nyrén et Downing, qui, en faisant usage de longues séries d'observations (procédé bien moins sûr), avaient trouvé $\gamma = 0'',007$ environ.

» Et aussi longtemps qu'elle ne sera pas exactement connue, on ne pourra répondre du dixième de seconde dans la détermination de la latitude. »

([1]) Voir l'*Annuaire de l'observatoire royal de Bruxelles* pour 1890, p. 301, pour le développement des formules.

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Sur la théorie de la chaleur.* Note de M. **Appell**, présentée par M. Boussinesq.

« I. Un grand nombre de problèmes relatifs à la propagation de la chaleur se ramènent à l'intégration de l'équation

$$\frac{du}{dt} = k\frac{d^2u}{dx^2}, \tag{1}$$

dans laquelle k désigne une constante positive, x une coordonnée, t le temps et u la température fonction de x et de t. Si l'on suppose la température u donnée par une fonction $f(x)$ à un certain instant initial t_0, les formules de Fourier permettent de calculer u à tous les instants t qui suivent t_0, $t > t_0$. M. Boussinesq m'ayant engagé à examiner si l'état initial donné peut être considéré comme provenant d'un état calorifique *antérieur*, $t < t_0$, je me suis d'abord occupé du cas simple de la propagation de la chaleur dans une armille (Fourier, *Théorie de la Chaleur*, Chap. IV), et les résultats obtenus confirment les indications que m'avait données M. Boussinesq sur la nature probable de la solution. Prenons pour unité le rayon de l'armille et appelons x l'arc de circonférence compté à partir d'un point fixe : la température u est évidemment une fonction de x admettant pour période la longueur 2π de la circonférence. Supposons que, pour $t = t_0$, u ait une valeur donnée exprimée par une fonction $f(x)$ finie, continue, admettant la période 2π : d'après Fourier, cette fonction sera développable en une série de la forme

$$f(x) = b_0 + a_1 \sin x + b_1 \cos x + \ldots + a_n \sin nx + b_n \cos nx + \ldots \tag{2}$$

et la température à l'instant $t > t_0$ sera

$$\left\{\begin{aligned} u = b_0 &+ e^{-k(t-t_0)}(a_1 \sin x + b_1 \cos x) + \ldots \\ &+ e^{-n^2k(t-t_0)}(a_n \sin nx + b_n \cos nx) + \ldots, \end{aligned}\right. \tag{3}$$

série convergente pour $t > t_0$. Nous ferons sur cette solution les deux remarques suivantes : 1° comme le montre M. Weierstrass dans ses articles *Ueber Functionen einer reellen Veränderlichen* (1), la fonction u représentée

(1) *Sitzungsberichte der Akademie der Wissenschaften zu Berlin*, p. 803 ; 1885.

par l'équation (3), quand $t > t_0$, est une fonction *entière* de x développable en série procédant suivant les puissances positives de x; 2° si l'on donne à t une valeur déterminée t_1 supérieure à t_0, u devient une fonction $f_1(x)$ représentée par la série (3) où $t = t_1$; l'état initial $f(x)$ est *le seul* qui, de l'instant t_0 à l'instant t_1, conduise à la température $f_1(x)$; car, du développement en série trigonométrique de la fonction $f_1(x)$, on déduit un système de valeurs unique pour les coefficients a_n et b_n. Ces deux remarques montrent qu'une certaine distribution de température donnée en fonction de x à un instant t_1 ne provient pas nécessairement d'un état antérieur : pour qu'il existe un état antérieur, il faut que la température donnée soit une fonction transcendante entière de x; si l'état antérieur existe, il est unique et se trouve déterminé par la série même de Fourier.

» II. On peut étendre ces résultats au cas général où $f(x)$ et u ne sont plus périodiques en x. En laissant cette extension pour un Mémoire plus développé, je demande la permission de présenter quelques observations sur l'équation (1), que j'écris sous la forme

$$(4) \qquad \delta u = \frac{d^2 u}{dx^2} - \frac{du}{dy} = 0,$$

en remplaçant kt par y et considérant les quantités réelles x et y comme les coordonnées rectangulaires d'un point. D'abord, il résulte des recherches de M. Lie que, si $f(x, y)$ est une solution de l'équation (4), les fonctions

$$(5) \qquad f(ax + b, a^2 y + c), \qquad \frac{1}{\sqrt{y}} e^{-\frac{x^2}{4y}} f\left(\frac{x}{y}, -\frac{1}{y}\right)$$

sont d'autres solutions, a, b, c désignant des constantes. La première de ces solutions est évidente; la seconde se déduit de $f(x, y)$ par une transformation analogue à l'inversion employée par Thomson dans la théorie du potentiel. Toute solution de l'équation (4), entière en x et y, est composée linéairement avec les polynômes $V_\nu(x, y)$ définis par l'identité

$$e^{ax + a^2 y} = \sum_{\nu=0}^{\nu=\infty} \frac{a^\nu}{1.2\ldots\nu} V_\nu(x, y),$$

polynômes qui s'expriment d'une manière simple à l'aide de ceux que M. Hermite a obtenus par la différentiation de l'exponentielle e^{-x^2}. Ces polynômes et les fonctions qu'on en déduit par la transformation (5)

jouent, dans la théorie de l'équation (4), le même rôle que les fonctions harmoniques de Tait et Thomson dans la théorie du potentiel. Beaucoup de fonctions vérifiant l'équation (4) ont pour lignes de discontinuité des droites parallèles à l'axe Ox : on peut se rendre compte de ce fait en montrant que, si l'équation admet une intégrale de la forme

$$[\varphi(x,y)]^{\alpha}[\psi(x,y)]^{-\beta},$$

φ et ψ désignant des fonctions finies et admettant des dérivées dans une région du plan, α et β des constantes positives, cette intégrale ne peut devenir infinie qu'en des points isolés de cette région ou sur des parallèles à l'axe Ox. Enfin, l'on peut établir un théorème d'une grande utilité, analogue au théorème de Green, exprimé par l'équation

$$\int\int(u\,\delta' v - v\,\delta u)\,dx\,dy = \int\left(u\frac{dv}{dx} - v\frac{du}{dx}\right)dy - uv\,dx,$$

où $\delta' v$ représente l'expression $\frac{d^2 v}{dx^2} + \frac{dv}{dy}$; l'intégrale double est supposée étendue à une aire plane et l'intégrale simple au contour de l'aire. »

OPTIQUE. — *Sur la double réfraction elliptique du quartz.* Note de M. F. **Beaulard**, présentée par M. Lippmann.

« Les expériences dont j'ai entretenu l'Académie dans une précédente Communication (¹) ne dépassaient pas une incidence d'environ 20° sur l'axe optique du quartz taillé normalement à cette direction. Pour de plus grandes incidences, la biréfringence séparant les rayons, la différence de marche des deux vibrations elliptiques d'Airy est due à la fois à une différence de vitesse et à une différence de chemin parcouru.

» La différence de marche, due à la double réfraction seule, a été calculée par la formule suivante qui tient compte de la séparation des rayons

$$\varphi = \frac{\sin i(\cot r' - \cot r)}{\lambda_D}\cos r;$$

i est l'angle d'incidence, r' et r les angles que font avec l'axe du cristal les

(¹) *Comptes rendus*, 22 juillet 1889.

normales aux ondes ordinaire et extraordinaire. Si l'on désigne par $\frac{\omega}{\pi}$ la différence de marche produite par le pouvoir rotatoire seul entre les deux rayons rectilignes de Fresnel, on a la relation ([1]) indiquée par M. Gouy

$$\delta^2 = \varphi^2 + \frac{\omega^2}{\pi^2},$$

où δ représente la différence de marche, pour une épaisseur unité (1^{cm}), des deux vibrations elliptiques. Les rapports k et $\frac{1}{k}$ de ces deux ellipses sont donnés par la formule

$$k = -h + \sqrt{1+h^2},$$

en posant

$$h = \frac{\pi\varphi}{\omega}.$$

» Dans une Communication antérieure ([2]), j'ai indiqué des formules permettant de déterminer par l'expérience les quantités δ et k.

» Voici quelques résultats :

Nos de la frange.	i.	δ observé.	δ calculé.	Différence obs.-cal.	k observé.	k calculé.	Différence obs.-cal.
20...	$i = 17°.55'.00''$	6,209	6,193	+0,016	0,089	0,098	−0,009
30...	$i = 21.32.39$	8,773	8,755	+0,018	0,061	0,069	−0,008
40...	$i = 24.40.48$	11,292	11,270	+0,022	0,041	0,053	−0,012
50...	$i = 27.24.30$	13,770	13,696	+0,074	0,030	0,044	−0,014
60...	$i = 30.16.00$	16,440	16,407	+0,033	0,020	0,037	−0,017
70...	$i = 32.\ 1.00$	18,592	18,543	+0,049	0,011	0,032	−0,021

» A partir de la 70e frange, il est impossible de faire des mesures avec le cube de 3^{cm}. On se sert alors d'une lame de quartz de $0^{cm},899311$, dont l'épaisseur a été mesurée, en valeur absolue, au sphéromètre de Brunner ([3]). Voici deux mesures :

Nos de la frange.	i.	δ observé.	δ calculé.	Différence obs.-cal.	k observé.	k calculé.	Différence obs.-cal.
24...	$i = 38°.26'.30''$	24,936	24,952	−0,016	»	»	»
50...	$i = 57.54.30$	46,943	46,871	+0,072	»	»	»

([1]) *Journal de Physique*, t. IV, p. 149; 1885.
([2]) *Comptes rendus*, t. CVIII, p. 671; 1889.
([3]) Macé de Lépinay, *Journal de Physique*, t. VII, p. 53; 1888.

» Afin de légitimer le calcul de φ, on a conduit le calcul autrement pour quelques franges. On a considéré les deux elliptiques qui se propagent dans la direction qui fait un angle r, et les deux elliptiques qui se propagent dans la direction inclinée de r' sur l'axe du cristal; il est possible de les composer en une ellipse et de comparer celle-ci à l'ellipse émergente. Soit δ'_c la différence de marche déduite de l'état du faisceau émergent, les résultats suivants montrent que les deux modes de calcul sont équivalents :

$$i = 15^\circ 36' \qquad \delta_c = 4{,}835 \qquad \delta_o = 4{,}800$$
$$\delta'_c = 4{,}797$$
$$+\ 0{,}038$$
$$i = 32^\circ 1' \qquad \delta_c = 18{,}543 \qquad \delta_o = 18{,}592$$
$$\delta'_c = 18{,}568$$
$$-\ 0{,}025$$

» Enfin, comme dernier contrôle, on a étudié le phénomène avec une lame taillée à 15°, c'est-à-dire dont la normale à la lame fait un angle de 15° avec l'axe; la première frange observée correspond alors à une incidence de 36' avec la normale et de 15°36' avec l'axe.

» Le calcul donne :

$$\delta''_c = 4{,}668;$$

si l'on compare au résultat qui correspond à la même incidence de 15°36' avec une lame normale à l'axe, on trouve :

$$\delta_c = 4{,}730.$$

» Les idées théoriques exposées par M. Gouy peuvent donc être regardées comme vérifiées dans les limites de mes expériences.

» J'ai effectué quelques expériences sur le quartz comprimé. Elles m'ont conduit à ce résultat que, *par la compression, pour une même incidence δ diminue et k augmente;* ce résultat s'explique en remarquant que la compression qui tend à augmenter φ diminue $\frac{\omega}{\pi}$, et que ce second effet l'emporte sur le premier.

» Le quartz comprimé devient biaxe; si l'on calcule $\frac{\omega}{\pi}$ par la relation suivante, donnée par M. Gouy,

$$\frac{\omega}{\pi} = 2\delta\frac{k}{1+k^2},$$

on constate que $\frac{\omega}{\pi}$ diminue d'abord très peu et reste presque constant jusqu'à 20°; après, il diminue très rapidement :

$i = 9°.14'.30''$	$\frac{\omega}{\pi} = 1,201$
$i = 12.45$	$\frac{\omega}{\pi} = 1,189$
$i = 15. 7$	$\frac{\omega}{\pi} = 1,185$
$i = 17. 9$	$\frac{\omega}{\pi} = 1,135$
$i = 18.53$	$\frac{\omega}{\pi} = 1,063$

» Ces mesures sont simplement qualitatives. Je me propose de les poursuivre avec un nouvel appareil qui me permettra d'évaluer la valeur de la pression ([1]). »

ÉLECTROCHIMIE. — *Sur les conductibilités des combinaisons de l'ammoniaque et de l'aniline avec les acides oxybenzoïques.* Note de M. **Daniel Berthelot**, présentée par M. Lippmann.

« J'ai examiné, dans une Note antérieure, la manière dont se comportent le phénol, l'acide benzoïque et les trois acides oxybenzoïques en présence d'une quantité variable d'un alcali fixe, la soude. La conductibilité observée est toujours inférieure à la conductibilité moyenne; cet abaissement de conductibilité permet de suivre la marche de la réaction en solution étendue.

» L'ammoniaque présentant une conductibilité très faible, il était particulièrement intéressant d'étudier ses combinaisons avec des corps non conducteurs, tels que le phénol, ou médiocrement conducteurs, tels que les acides benzoïque, métoxybenzoïque ou paroxybenzoïque.

» Les dissolutions étaient, comme précédemment, faites au $\frac{1}{100}$ de molécule par litre, et leurs conductibilités étaient comparées par la méthode

---

([1]) Ce travail a été effectué à la Faculté des Sciences de Marseille, dans le laboratoire de M. Macé de Lépinay.

électrométrique à celle d'une solution de chlorure de potassium de même concentration moléculaire. J'ai trouvé ainsi :

	Conductibilité observée.	Conductibilité calculée.	Différence.
Ammoniaque	0,091		
⅓(2 phénol + ammoniaque)	0,160	0,030	0,130
½(phénol + ammoniaque)	0,188	0,045	0,143
⅓(phénol + 2 ammoniaque)	0,196	0,060	0,136

» La différence maxima est, comme on pouvait le prévoir, à équivalents égaux. Nous observons ici un accroissement de conductibilité de 200 à 500 pour 100. Ce phénomène est inverse de celui observé avec les phénates alcalins, où il y avait une diminution de conductibilité de 20 à 25 pour 100.

» Pour pousser plus loin la discussion, j'ai étudié les combinaisons d'acide benzoïque et d'ammoniaque :

	Conductibilité observée.	Conductibilité calculée (¹).	Différence.
⅓(2 acide benzoïque + ammoniaque)	0,263	0,198	0,065
½(acide benzoïque + ammoniaque)	0,356	0,195	0,161
⅓(acide benzoïque + 2 ammoniaque)	0,322	0,189	0,133
¼(acide benzoïque + 3 ammoniaque)	0,284	0,171	0,113

» Là encore, il y a accroissement de conductibilité; la différence maxima répond au benzoate formé à équivalents égaux. En présence d'un excès d'acide benzoïque ou à équivalents égaux, la conductibilité du sel ammoniacal surpasse celle du sel sodique.

» J'ai poursuivi cette étude sur les trois acides oxybenzoïques isomères :

	Conductibilité observée.	Conductibilité calculée.	Différence.
⅓ (acide salicylique + ammoniaque)	0,435	0,594	+0,159
½ (acide salicylique + ammoniaque)	0,358	0,539	+0,181
⅓ (acide salicylique + 2 ammoniaque)	0,319	0,448	+0,129
¼ (acide salicylique + 3 ammoniaque)	0,276	0,395	+0,119

» Ici le sens de la différence rentre dans le cas normal des sels alcalins,

---

(¹) Le calcul a été fait, dans ce cas et les suivants, en tenant compte de la variation de conductibilité moléculaire avec la dilution.

ce qui paraît tenir à la grande conductibilité relative de l'acide salicylique (ortho).

	Conductibilité. observée.	Conductibilité. calculée.	Différence.
$\frac{1}{3}$ (2 acide métoxybenzoïque + ammoniaque)..	0,259	0,217	—0,042
$\frac{1}{2}$ (acide métoxybenzoïque + ammoniaque)..	0,352	0,202	—0,150
$\frac{1}{3}$ (acide métoxybenzoïque + 2 ammoniaque)..	0,340	0,188	—0,152
$\frac{1}{4}$ (acide métoxybenzoïque + 3 ammoniaque)..	0,319	0,176	—0,143

» Nous retombons dans le cas de l'acide benzoïque avec des valeurs numériques voisines.

$\frac{1}{3}$ (2 acide paroxybenzoïque + ammoniaque)..	0,242	0,136	—0,106
$\frac{1}{2}$ (acide paroxybenzoïque + ammoniaque)..	0,350	0,135	—0,215
$\frac{1}{3}$ (acide paroxybenzoïque + 2 ammoniaque)..	0,371	0,134	—0,237
$\frac{1}{4}$ (acide paroxybenzoïque + 3 ammoniaque)..	0,340	0,133	—0,207

» Même remarque que pour l'acide méta.

» C'est un fait digne d'attention que, malgré la différence des conductibilités des trois acides oxybenzoïques, la conductibilité du mélange à équivalents égaux soit presque la même pour les trois isomères, ainsi que pour l'acide benzoïque. J'ai déjà appelé l'attention sur un fait pareil pour les sels de soude. On notera d'ailleurs que les conductibilités des sels ammoniacaux sont supérieures à celles des sels correspondants de soude.

» La différence entre la conductibilité observée et la conductibilité calculée est maxima pour le mélange à équivalents égaux dans le cas de l'acide benzoïque et de l'acide salicylique (ortho). Elle croît, au contraire, par l'adjonction d'une seconde molécule d'ammoniaque pour les acides méta et para. J'ai fait la même observation en opérant avec la soude, et développé les conclusions qui s'en dégagent au point de vue de la double fonction acide et phénol des acides oxybenzoïques, conclusions conformes aux observations thermochimiques.

» Pour généraliser ces résultats, j'ai répété avec l'aniline, autre alcali hydrogéné, l'étude qui vient d'être faite avec l'ammoniaque. J'ai constaté que les dissolutions d'aniline pure dans l'eau, ainsi que les mélanges des solutions aqueuses d'aniline et de phénol, sont isolantes. J'ai obtenu pour les mélanges des dissolutions d'aniline avec les acides benzoïque et oxybenzoïques les nombres suivants :

	Conductibilité observée.	Conductibilité calculée.	Différence.
$\frac{1}{3}$(2 acide benzoïque + aniline)	0,151	0,168	0,017
$\frac{1}{2}$(acide benzoïque + aniline)	0,154	0,150	−0,004
$\frac{1}{3}$(acide benzoïque + 2 aniline)	0,125	0,129	0,004
$\frac{1}{4}$(acide benzoïque + 3 aniline)	0,102	0,103	0,001

» Les nombres observés et calculés se confondent sensiblement à partir du second, comme si la combinaison de l'aniline et de l'acide benzoïque était entièrement dissociée par la dilution.

$\frac{1}{3}$(2 acide salicylique + aniline)	0,345	0,564	0,219
$\frac{1}{2}$(acide salicylique + aniline)	0,224	0,494	0,270
$\frac{1}{3}$(acide salicylique + 2 aniline)	0,148	0,388	0,240
$\frac{1}{4}$(acide salicylique + 3 aniline)	0,119	0,327	0,208

» Là il y a, au contraire, une combinaison très marquée. Les conductibilités rentrent dans la règle générale.

$\frac{1}{3}$(2 acide métoxybenzoïque + aniline)	0,151	0,187	0,036
$\frac{1}{2}$(acide métoxybenzoïque + aniline)	0,149	0,157	0,008
$\frac{1}{3}$(acide métoxybenzoïque + 2 aniline)	0,119	0,128	0,009
$\frac{1}{4}$(acide métoxybenzoïque + 3 aniline)	0,096	0,108	0,012

» Résultat voisin de celui de l'acide benzoïque, c'est-à-dire combinaison dissociée.

$\frac{1}{3}$(2 acide paroxybenzoïque + aniline)	0,119	0,105	−0,014
$\frac{1}{2}$(acide paroxybenzoïque + aniline)	0,123	0,091	−0,032
$\frac{1}{3}$(acide paroxybenzoïque + 2 aniline)	0,103	0,076	−0,027
$\frac{1}{4}$(acide paroxybenzoïque + 3 aniline)	0,084	0,064	−0,020

» Les différences, qui étaient positives pour l'acide salicylique, presque nulles pour l'acide métoxybenzoïque, deviennent négatives pour l'acide paroxybenzoïque ([1]). »

PHYSIQUE. — *Expériences d'aimantation. Touche séparée unipolaire. Aimants à trois pôles.* Note de M. C. **Decharme**.

« 1. Si dans la méthode d'aimantation de Duhamel, dite *de la touche séparée*, au lieu de faire agir les pôles de noms contraires des aimants

([1]) Ce travail a été fait au laboratoire d'Enseignement physique à la Sorbonne.

excitateurs, on met en regard les pôles de même nom (pôle nord, par exemple) et qu'on procède d'ailleurs comme à l'ordinaire, c'est-à-dire en faisant glisser les aimants *du milieu vers les extrémités* de la pièce à aimanter, on obtient un pôle sud à chaque extrémité et un pôle nord au milieu. Quant à la position des *lignes neutres* qui séparent deux régions polaires de noms contraires, on trouve qu'avec des aiguilles d'acier, de $5^{cm},5$, de 10^{cm}, de 23^{cm} et de 40^{cm} de longueur et de 1^{mm} d'épaisseur, ces lignes sont respectivement à $1^{cm},7$, 3^{cm}, 4^{cm} et 10^{cm} environ des extrémités. La région nord a une étendue presque double de celle des régions sud réunies.

» 2. Si l'on procède d'une manière inverse, c'est-à-dire si l'on fait glisser les aimants (pôles nord actifs) *à partir de chaque extrémité* pour terminer au milieu, on trouvera qu'il y a un pôle nord à chaque bout et un pôle sud au milieu, disposition inverse de la précédente. On voit que c'est l'*action finale* qui détermine la nature des pôles. Le pôle médian est pour ainsi dire double, faisant équilibre aux deux pôles extrêmes réunis. Les lignes neutres sont ici un peu plus éloignées des extrémités.

» 3. Les deux expériences précédentes peuvent être exécutées de manières différentes, en faisant glisser les aimants d'un mouvement de va-et-vient *continu*, et l'on obtiendra des résultats analogues aux précédents.

» 4. Au lieu de faire agir les deux aimants simultanément, on peut les frotter *successivement*, un même nombre de fois alternativement, de part et d'autre, et l'on obtiendra encore des résultats analogues aux précédents.

» 5. En ne faisant parcourir à chaque aimant qu'*une partie*, un quart par exemple, de la longueur de la pièce en expérience, on obtiendra encore des aimants à trois pôles, par les divers procédés de *touche séparée unipolaire* qui viennent d'être indiqués. La position des pôles et celle des lignes neutres en seront seulement un peu déplacées.

» 6. On réalisera encore des aimants à trois pôles par le procédé du *simple contact*; la pièce à aimanter étant placée entre les deux aimants inducteurs, il naît, après un temps plus ou moins long, deux pôles sud près des contacts et un pôle nord au milieu, si les deux aimants sont de même force.

» On sait que, quand on brise un aimant bipolaire, les fragments présentent des pôles qui alternent entre eux dans l'ordre des ruptures.

» Les pôles des *premiers* fragments d'aimants tripolaires ne sont pas alternatifs. Les pôles extrêmes, qui sont de même nom, restent à leur place; ceux qui naissent au point de rupture doivent être et sont, en effet, de même nom. Le pôle médian s'est simplement dédoublé. »

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Recherches sur la dispersion dans les composés organiques (alcools de la série grasse).* Note de MM. PH. BARBIER et L. ROUX, présentée par M. Friedel.

« Continuant nos recherches sur la dispersion dans les composés organiques, nous avons déterminé le pouvoir dispersif des alcools de la série grasse ([1]). Nous avons l'honneur de présenter à l'Académie les principaux résultats que nous a fournis cette étude.

» I. *Alcools primaires normaux.* — Ces alcools, purifiés avec le plus grand soin et soumis à l'observation spectrométrique, nous ont donné les résultats suivants :

Alcools.	t^o.	A.	B.
Méthylique	10°,0	1,3244	0,318
Éthylique	14,0	1,3522	0,358
Propylique	15,0	1,3733	0,381
Butylique	14,1	1,3892	0,398
Amylique ([2])	»	»	0,415
Hexylique ([2])	»	»	0,422
Heptylique	16,4	1,4105	0,430
Octylique	16,3	1,4179	0,437

» Les résultats qui précèdent peuvent être représentés par une équation hyperbolique de la forme

$$BM = \alpha + \beta M + \gamma M^2,$$

dans laquelle B représente la valeur du pouvoir dispersif de l'alcool de poids moléculaire M, les coefficients α, β, γ ayant respectivement pour valeurs

$$\alpha = -3,934, \qquad \beta = 0,43192, \qquad \gamma = 0,00027126.$$

([1]) Nous rappellerons que, A et B étant les coefficients de la formule de Cauchy réduite à ses deux premiers termes, nous prenons la valeur de B comme expression du pouvoir dispersif.

([2]) Comme nous n'avons pu nous procurer d'échantillons d'alcools amylique et hexylique primaires normaux, nous avons calculé par interpolation graphique les valeurs correspondantes de B.

» *Pouvoirs dispersifs spécifiques moléculaires.* — A l'aide des valeurs précédentes de B, nous avons calculé les valeurs des pouvoirs dispersifs spécifiques moléculaires, que nous exprimerons par le produit $\frac{B}{d} \times M$. En calculant les valeurs de ce produit, on remarque que les différences des valeurs successives du pouvoir dispersif spécifique moléculaire augmentent assez lentement pour qu'on puisse les considérer comme sensiblement constantes, et admettre que l'addition de chaque groupe CH^2 entraîne un accroissement de pouvoir dispersif spécifique moléculaire de 7,99 environ. On a donc, entre le pouvoir dispersif, la densité et le poids moléculaire, une relation de la forme

$$\left(\frac{B}{d} - b\right) M = a,$$

les paramètres a et b de l'hyperbole que représente cette relation ayant pour valeurs

$$a = -5,7617, \qquad b = 0,5707.$$

» *Volumes moléculaires.* — Enfin, si l'on cherche une relation entre le pouvoir dispersif et le volume moléculaire pris à la température de l'observation, on voit que cette relation est de la forme

$$(B - \beta)\left(\frac{M}{d}\right)^{\frac{1}{3}} = K,$$

avec

$$\beta = 0,635 \qquad \text{et} \qquad K = -1,07.$$

» II. *Alcools secondaires.* — Les mêmes observations effectuées sur les alcools secondaires à chaîne longue nous ont fourni les résultats suivants :

Alcools.	t^o.	A.	B.
A. isopropylique..........	15°,4	1,3661	0,380
A. butylique secondaire...	15,4	1,3852	0,396
Diéthylcarbinol...........	14,3	1,3976	0,407
A. β-hexylique............	15,4	1,4053	0,4215
A. heptylique (1).........	»	»	0,428
A. octylique secondaire...	16,6	1,4158	0,4355

(1) La valeur que nous donnons pour l'alcool heptylique secondaire a été calculée par interpolation graphique.

» Comme dans le cas précédent, le phénomène peut être représenté par une équation hyperbolique

$$BM = \alpha + \beta M + \gamma M^2,$$

avec

$$\alpha = -3,8165, \qquad \beta = 0,42558, \qquad \gamma = 0,00030357.$$

» Enfin, comme pour les alcools primaires normaux, on a encore les deux relations

$$\left(\frac{B}{d} - b\right) M = a$$

et

$$(B - \beta)\left(\frac{M}{d}\right)^{\frac{1}{3}} = K,$$

les coefficients de ces deux équations étant très sensiblement les mêmes que ceux des équations qui s'appliquent aux alcools primaires.

» III. *Alcools primaires non normaux.* — Nous avons examiné également les alcools butylique et amylique de fermentation et nous avons trouvé :

Alcools.	t^o.	A.	B.
A. isobutylique...........	21°,8	1,3827	0,394
A. isoamylique...........	22,1	1,3940	0,406

» IV. *Alcools incomplets.* — Nous avons soumis à l'observation deux alcools incomplets : l'alcool allylique et le diallylcarbinol.

Alcools.	t^o.	A.	B.
Alcool allylique...........	13°,4	1,4061	0,5385
Diallylcarbinol...........	16,6	1,4281	0,614

» En résumé, par les recherches qui précèdent, nous montrons que :

» 1° Pour les alcools de la série grasse que nous avons examinés, les pouvoirs dispersifs sont des fonctions continues des poids moléculaires, et, contrairement à ce qui se passe pour les composés aromatiques, *les pouvoirs dispersifs croissent en même temps que les poids moléculaires*.

» 2° Les alcools à chaîne longue isomériques, primaires et secondaires, ont sensiblement le même pouvoir dispersif et obéissent, par suite, aux mêmes lois; seuls, les alcools primaires non normaux que nous avons étudiés possèdent des pouvoirs dispersifs moindres, sans que toutefois les

valeurs de ceux-ci s'écartent très notablement de celle des alcools à chaîne longue.

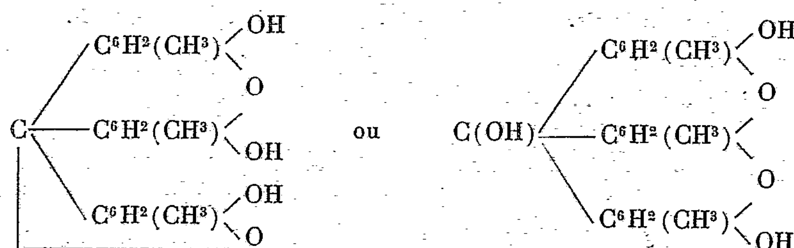
» 3° L'élimination de l'hydrogène détermine un accroissement considérable dans le pouvoir dispersif (¹). »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'homofluorescéine.* Note de M. **Ed. Grimaux**, présentée par M. Friedel.

« En chauffant un mélange d'orcine, de chloroforme et de soude, M. Schwartz a obtenu, en 1880, un corps cristallisé, auquel il a attribué la formule $C^{23}H^{18}O^5$, et qu'il a regardé comme un homologue de la fluorescéine, la triméthylfluorescéine ou homofluorescéine. Suivant lui, ce corps résulterait de l'union avec perte d'eau de 1 molécule d'acide méthylphtalique et de 2 molécules d'orcine, de même que la fluorescéine est formée par l'union de l'acide phtalique (1 molécule) et de la résorcine (2 molécules).

» Il paraît difficile d'accepter une telle interprétation de la formation de l'homofluorescéine; il faudrait admettre en effet que 1 molécule d'orcine $C^6H^3 \begin{cases} CH^3 \\ OH^3 \\ OH^5 \end{cases}$ perd ses deux groupes OH en méta, et prend deux groupes carbonés pour se transformer en acide méthylphtalique. La formule de l'homofluorescéine semble donc douteuse.

» J'ai pensé que ce corps devrait être plutôt considéré comme l'aurine de l'orcine, et représenté par la formule $C^{22}H^{18}O^5$, qu'on peut écrire



» Or, en chauffant l'orcine avec du chlorure de zinc et de l'acide formique, M. Nencki a obtenu, en 1882, un corps de la formule $C^{22}H^{18}O^5$, qu'il a appelé *orcine-aurine*. Il y avait donc lieu de croire que l'homofluo-

(¹) Faculté des Sciences de Lyon. Laboratoire de Chimie générale.

rescéine et l'orcine-aurine étaient identiques; c'est ce que je me suis proposé de vérifier, et la comparaison des propriétés de ces deux corps, que j'ai préparés suivant les indications des auteurs, permet de conclure à leur identité.

» Le produit obtenu par M. Schwartz dans l'action du chloroforme et de la soude sur l'orcine est un dérivé sodique de l'homofluorescéine; je l'ai repris par 150 parties d'acide acétique cristallisable, et je l'ai fait recristalliser une seconde fois dans le même solvant. On obtient ainsi des aiguilles rouges, à reflets verts, qui renferment, comme l'a indiqué M. Schwartz, de l'acide acétique de cristallisation, qu'elles perdent à 100°. M. Schwartz a observé une perte de 31,4 et 31,7 d'acide acétique pour 100. Les cristaux que j'ai obtenus ont perdu, à 100°, 31,3 pour 100.

» J'ai de même fait cristalliser l'orcine-aurine de Nencki dans 150 parties d'acide acétique cristallisable; les cristaux ont été purifiés par deux nouvelles cristallisations dans l'acide acétique; il s'est séparé par le refroidissement des aiguilles présentant à l'œil nu et au microscope le même aspect que l'homofluorescéine, renfermant comme elle de l'acide acétique de cristallisation, qu'elles perdent à 100°. La perte a été de 32,2 pour 100.

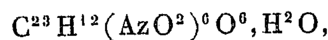
» Après dessiccation à 100°, les deux corps présentent absolument le même aspect, et il est impossible de les distinguer; ce sont des aiguilles d'un brun rouge, rappelant la couleur du kermès. L'un et l'autre n'entrent pas encore en fusion à 300°; chauffés dans de petits tubes à la flamme de la lampe, ils fondent, en se décomposant, à haute température, en donnant des vapeurs rouges et du charbon.

» L'un et l'autre donnent avec l'eau de baryte des sels de baryum peu solubles à froid, solubles dans l'eau bouillante, semés de petites aiguilles qui s'enchevêtrent et se feutrent par dessiccation, d'une couleur rouge à reflets jaunes.

» Avec l'acide azotique, l'homofluorescéine et l'orcine-aurine fournissent des dérivés nitrés cristallisant dans l'eau en lames rhombiques.

» Les solutions alcalines des deux corps possèdent une même fluorescence, très intense et semblable à celle de la fluorescéine ordinaire.

» En identifiant l'homofluorescéine avec l'orcine-aurine, la formule $C^{22}H^{18}O^5$ de celle-ci rend mieux compte des faits observés par M. Schwartz que la formule $C^{23}H^{18}O^5$. M. Schwartz, en effet, a obtenu, par l'action de l'acide azotique, un dérivé auquel il a donné la formule



$$C^{23}H^{12}(AzO^2)^6O^6, H^2O,$$

admettant qu'il y avait oxydation en même temps que nitration, et ce dérivé nitré lui a donné, par l'action de l'ammoniaque, un corps qu'il a considéré comme un dérivé pentanitrodiazoamidé, et a représenté par la formule $C^{23}H^{20}Az^{10}O^{10}$. En rapportant ces corps à l'orcine-aurine $C^{22}H^{18}O^5$, le premier est un dérivé hexanitré $C^{22}H^{12}(AzO^2)^6O^5, H^2O$, et le second un dérivé amidé du corps nitré, dont 2OH seraient remplacés par $2AzH^2$. Les analyses de M. Schwartz concordent parfaitement avec ces formules.

» Les formules de l'homofluorescéine décrite par M. Schwartz doivent être de même modifiées et rapportées à l'orcine-aurine.

» Quand on chauffe pendant quelques instants de la résorcine avec du chloroforme et un alcali, on obtient une solution d'un rouge vif, non fluorescente, qui, par une ébullition prolongée, passe au rouge brun; de cette solution, les acides précipitent une poudre jaune qui, par analogie, doit être identique avec la résaurine que M. Nencki a préparée en chauffant à 140° de la résorcine avec de l'acide formique et du chlorure de zinc. Il est à remarquer que la solution rouge que fournit l'action du chloroforme sur la résorcine ne présente pas de fluorescence, tandis que la solution obtenue avec l'orcine est extrêmement fluorescente. Il y a là une différence très marquée avec les phtaléines, la phtaléine de la résorcine étant très fluorescente en solution alcaline, tandis que la phtaléine de l'orcine, suivant M. E. Fischer, ne possède aucune fluorescence. »

ZOOLOGIE. — *De l'emploi de l'eau de mer artificielle pour la conservation des animaux marins, et en particulier des Huîtres, dans de grands aquariums.* Note de M. **Edmond Perrier.**

« Tous les zoologistes connaissent les difficultés de l'emploi de l'eau de mer naturelle pour la conservation des animaux marins dans les laboratoires; ces difficultés sont bien plus grandes quand il s'agit de l'entretien de bassins dépassant les dimensions des aquariums ordinaires de laboratoire. Aussi a-t-on essayé à diverses reprises de substituer de l'eau de mer artificielle à l'eau de mer naturelle; on y a réussi dans certaines circonstances; mais, en France, on est généralement prévenu contre l'eau de mer fabriquée; au premier insuccès, les essais sont abandonnés et l'on reste vaguement convaincu que l'eau de mer naturelle possède quelque propriété mystérieuse, nécessaire à la vie des animaux marins. C'est ce qui m'engage à communiquer à l'Académie les résultats d'expériences que j'ai

eu l'occasion de faire dans des proportions inusitées, à l'Exposition universelle. Lorsqu'il s'agit d'organiser au Champ-de-Mars l'exposition d'Ostréiculture, M. le Directeur général de l'Exposition fit connaître au Comité d'admission de la classe 77 qu'il ne devait pas songer à admettre des produits destinés à être conservés vivants, en raison de la dépense énorme causée en 1878 par le transport et la conservation de l'eau de mer, dépense qui s'était élevée, si les chiffres qui m'ont été donnés verbalement sont exacts, à environ 40000fr. C'était la suppression de l'exposition d'Ostréiculture; je proposai au Comité d'admission, dont j'avais l'honneur de faire partie, d'essayer de l'eau de mer artificielle et j'entrepris immédiatement les essais, au laboratoire de Zoologie de l'École Normale supérieure d'Enseignement primaire de Saint-Cloud, avec la collaboration dévouée de M. Marcel Causard, préparateur à cette École. Dans des aquariums ordinaires, on plaça environ 25lit d'eau de mer artificielle, et dans chaque aquarium une douzaine d'huîtres achetées au marché et, par conséquent, dans des états de santé très différents. Les expériences, commencées en novembre 1888, furent continuées depuis sans interruption; elle n'ont cessé que vers le milieu de 1889, à la suite d'un accident; elles ont porté sur des Huîtres, des Lutraires, des Littorines et diverses espèces d'Actinies. La solution employée avait été aussi simplifiée que possible; la composition du mélange sec était la suivante :

Chlorure de sodium	81gr
Sulfate de magnésie	7
Chlorure de magnésium	10
Chlorure de potassium	2
	100

La quantité d'eau dans laquelle la solution était faite variait de 3lit à 4lit. Dans ces conditions, que nous avions volontairement rendues aussi rustiques que possible, les résultats dépassèrent toutes nos prévisions. L'eau des aquariums ne fut jamais renouvelée; elle était simplement protégée contre la poussière et aérée tous les huit jours environ, à l'aide de trompes Alvergniat; dans quelques aquariums, on avait laissé des Ulves; enfin, on laissait tous les deux ou trois jours les Huîtres à sec pendant quelques heures. Les Huîtres, comme on pouvait le prévoir d'après la variété de leur état et de leur provenance, vécurent un temps très variable : la plupart se conservèrent de un à deux mois, et, sur un de nos lots de douze, onze vécurent durant cinq mois d'automne et d'hiver. Un lot d'une ving-

taine de Littorines a vécu de novembre 1888 à juillet 1889; un autre, mis en expérience en mars 1889, n'est mort qu'en octobre par accident; les Actinies donnèrent les mêmes résultats. Il est à remarquer que, durant tout ce temps, ces animaux ne furent pas nourris.

» Ces résultats étaient encourageants; le Comité d'installation de la classe 77 décida de tenter l'expérience en grand au Champ-de-Mars. Il s'agissait d'alimenter d'eau de mer six grands bacs, dont quatre avaient chacun 10^{m} de long, $1^{m},50$ de large et $0^{m},4$ de profondeur en moyenne; deux autres avaient une longueur moitié moindre. Ces bacs avaient été divisés en compartiments attribués aux exposants; mais, par raison d'économie, on avait dû laisser en communication ces divers compartiments, ce qui pouvait être une cause grave de contamination en cas de mortalité. Diverses circonstances vinrent retarder l'installation définitive, et, quand les exposants prirent possession du pavillon, les cuves et les bassins en ciment, à peine terminés, n'avaient pu être baignés d'eau douce que durant huit jours; les filtres Maignen, que la solution devait traverser, n'étaient qu'en partie installés et l'appareil d'aération ne l'était pas du tout.

» Nous étions au moment des plus fortes chaleurs (6 juin); les Huîtres, en plein frai, mouraient en grand nombre même dans les parcs d'élevage; elles arrivaient à Paris malades, tandis que les nombreuses Éponges, Annélides, Ascidies, qui s'établissent sur leurs coquilles ou sur les collections de naissain, étaient déjà mortes et constituaient un foyer de putréfaction. Dans ces fâcheuses conditions hygiéniques, une mortalité considérable, mais prévue et inévitable, se produisit d'abord. Cependant, divers lots d'Huîtres, des provenances les plus variées (viviers de Belon, Lezardrieux, Saint-Vaast, Arcachon), résistèrent jusqu'à trois semaines.

» Enfin, il fut possible d'achever l'installation. L'eau de mer employée avait une composition très voisine de celle de l'eau de mer naturelle. Pour 3^{mc} d'eau de la Vanne, on employait 100^{kg} d'un mélange sec ainsi composé :

Chlorure de sodium	78^{kg}
Chlorure de magnésium	11
Chlorure de potassium	3
Sulfate de magnésie	5
Sulfate de chaux	3
Total	100

» Pendant six heures par jour, l'eau était aérée par des jets d'air dis-

posés de mètre en mètre, obtenus à l'aide d'un ventilateur d'Anthonay, actionné par un moteur à air chaud de Bénier, de la force de 4 chevaux. La nuit, de l'eau nouvelle s'écoulait de deux réservoirs dans les bassins et les remplissait jusqu'à une hauteur déterminée par des trop-plein fixés aux bords; l'eau en excès s'écoulait par ces trop-plein dans deux grandes cuves de 800^{lit} chacune, où elle était pompée tous les matins pour être ramenée dans les réservoirs. De cette façon, l'eau était toujours, soit battue par les jets d'air, soit en courant continuel. Les Huîtres, bien nettoyées, étaient placées dans les bassins à raison d'une par décimètre carré. Aussitôt ces dispositions réalisées, la mortalité des premiers jours a cessé; les Huîtres de toutes provenances se sont parfaitement accommodées de ce nouveau milieu, et la durée moyenne de leur vie a été d'environ cinq semaines. L'eau de mer naturelle n'eût pas donné de meilleurs résultats. La dépense imputable à l'eau de mer fabriquée est restée inférieure à 1200^{fr} pour toute la durée de l'Exposition.

» Il suit de là que les Huîtres s'accommodent parfaitement d'eau de mer artificielle, et que, en prenant soin d'assurer leur respiration, on peut les conserver assez longtemps pour parer aux besoins de la consommation, dans des bacs alimentés par la solution saline dont nous avons indiqué la formule. »

ZOOLOGIE. — *Observations sur la vision sous-marine faites dans la Méditerranée à l'aide du scaphandre.* Note de M. H. Fol.

« L'éclairage du fond de la mer, tel qu'on le voit en y descendant en scaphandre, vient uniquement d'en haut. Il ressemble à celui d'une salle sans fenêtres qui reçoit le jour par un vitrage occupant le milieu du plafond.

» La cause de ce phénomène est facile à trouver. Il suffit de regarder en haut par la vitre frontale du casque. L'on voit alors un grand espace circulaire lumineux, dont les limites sous-tendent dans l'œil de l'observateur un angle de 62°50′ environ. Au delà de ce cercle, la surface de l'eau paraît sombre et présente la même nuance que la mer vue de haut en bas depuis le bord d'un bateau. La limite entre la surface lumineuse et celle qui présente une réflexion totale n'est jamais régulière; la moindre ondulation de la surface suffit à y produire des échancrures et des enclaves qui s'étendent au loin lorsque la mer est agitée.

» Les rayons du Soleil sont pâles déjà à quelques mètres de profondeur. Ils se présentent sous forme de chatoiements mobiles produits par la réfraction à la surface des vagues. Dans un appartement situé sur le bord de l'eau et dont les persiennes sont closes, l'on peut voir, en regardant au plafond, un phénomène très analogue à celui que le scaphandrier voit sur le fond.

» Au moment où le Soleil descend vers l'horizon, le plongeur qui se trouve à plus de 10^m de profondeur voit subitement le crépuscule succéder au grand jour. Il m'est arrivé de remonter, croyant à l'arrivée de la nuit et, une fois sorti de l'eau, de me voir avec étonnement inondé par les rayons d'un Soleil encore assez éloigné de son coucher. Cette diminution de l'éclairage, au moment où l'angle d'incidence des rayons solaires ne leur permet plus guère de pénétrer dans l'eau, est très brusque.

» La couleur de l'eau de la Méditerranée le long du littoral varie beaucoup d'un jour à l'autre, suivant que les courants amènent l'eau pure du large ou l'eau trouble de la côte. Vue horizontalement par la vitre du scaphandre, elle varie du vert grisâtre au bleu verdâtre. Les objets prennent tous un ton bleuté, d'autant plus accentué que l'on descend plus bas. Déjà à 25^m ou 30^m, certains animaux d'un rouge sombre, tels que les *Muricœa placomus*, paraissent noirs, tandis que les algues, colorées en vert ou en vert bleu, prennent des teintes qui paraissent plus claires par comparaison. En remontant rapidement à l'air, les yeux, accoutumés à cette lumière bleue, voient en rouge le paysage aérien.

» Les rayons rouges sont donc éteints dans une proportion très sensible à une faible profondeur, tandis que les rayons bleus sont moins absorbés par l'eau. Ce fait suffirait à lui seul à réfuter les doutes émis sur la légitimité de l'emploi de la plaque photographique pour trouver la limite de pénétration de la lumière du jour dans l'eau, puisque ce sont les rayons chimiquement actifs qui sont le moins arrêtés.

» Le degré de transparence de l'eau le long du littoral varie, de même que sa coloration, dans de larges proportions d'un jour à l'autre. Même lorsqu'elle est relativement claire, si le ciel est couvert, l'on y voit si mal à 30^m de profondeur qu'il est bien difficile de récolter de petits animaux. Dans la direction horizontale, on ne peut pas, dans ces conditions, distinguer un rocher à plus de 7^m ou 8^m de distance. Si le Soleil brille et que l'eau soit exceptionnellement claire, l'on peut arriver à voir un objet brillant à 20^m, parfois même à 25^m. Mais, dans les circonstances ordinaires, il faut se contenter de la moitié de ce chiffre.

» Ces faits, constatés nombre de fois pendant les fréquentes descentes que j'ai exécutées, depuis trois ans, dans le scaphandre dont est muni le laboratoire que j'ai installé à Nice, me paraissent importants à plusieurs points de vue.

» D'abord il est clair que les animaux marins, j'entends ceux qui vivent dans les couches supérieures et éclairées de la mer, se meuvent comme dans un brouillard. Ils ne peuvent pas éviter les surprises et une vue à longue portée leur serait inutile; aussi voyons-nous que tous ceux d'entre eux qui sont agiles ont l'habitude, lorsqu'on les effraye, de fournir une course effrénée de quelques mètres, et puis de s'arrêter comme s'ils sentaient qu'ils ont dépassé le cercle de vision de leur persécuteur.

» Les engins de pêche consacrés par l'expérience seraient inefficaces pour capturer des animaux capables de voir à quelque distance.

» Les changements dans la transparence des eaux voisines de la côte enlèvent toute valeur aux expériences relatives à la pénétration lumineuse qui ne seraient pas faites très au large.

» Mais il est un point pratique sur lequel je crois devoir insister en terminant. Jamais un bateau sous-marin ne pourra se diriger d'après ce qu'il est possible de distinguer à travers l'eau. Pour peu qu'il soit rapide, il ne pourrait pas s'arrêter devant un obstacle qui surgirait subitement dans le cercle restreint de la vision aquatique. Une fois immergé, il ne pourra se guider que sur les directions prises avant de plonger. La navigation sous-marine se trouve ainsi resserrée dans d'étroites limites. »

ANATOMIE ANIMALE. — *Deux nouveaux Pélécypodes hermaphrodites.* Note de M. **Paul Pelseneer.**

« I. Alors que l'hermaphroditisme est la règle dans des groupes entiers de Gastéropodes, les Pélécypodes monoïques sont fort peu nombreux : on ne peut citer avec certitude que *Pecten glaber*, *P. jacobeus*, *P. maximus*, *Ostrea edulis*, *Cardium norvegicum*, *Pisidium pusillum*, *Cyclas cornea*, *Pandora rostrata*, *Aspergillum dichotomum* et, probablement, *Clavagella*.

» II. Parmi ceux-ci, la plupart n'ont de chaque côté qu'une glande génitale en réalité unique, à un seul conduit efférent, mais dans laquelle il peut y avoir spécialisation, en ce sens qu'une partie de la glande est mâle et une partie femelle (exemple : les *Pecten* précités).

» Seuls *Pandora* et *Aspergillum* possèdent de chaque côté deux glandes

distinctes, mâle et femelle, ayant chacune un conduit propre, les deux conduits d'un même côté débouchant l'un près de l'autre.

» III. J'ai étudié récemment, au point de vue des organes génitaux et rénaux, un assez grand nombre de Pélécypodes, parmi lesquels certaines formes rares dont j'ai déjà parlé dans ce Recueil sous le nom de *Septibranchiés* (*Cuspidaria, Poromya*), ainsi que des formes voisines (*Lyonsiella*), et j'ai constaté qu'il s'en trouve (précisément ces deux dernières) qui viennent augmenter le nombre des hermaphrodites à glandes distinctes et même montrer une disposition un peu différente de *Pandora* et *Aspergillum*.

» 1° *Lyonsiella*. — Dans ce genre, l'espèce examinée est *L. abyssicola* Sars); chaque individu présente deux ovaires et deux testicules.

» Les ovaires sont situés sur les côtés et à la partie antérieure de la masse viscérale et sont séparés par l'estomac. Les testicules se trouvent ventralement des deux côtés du plan médian; ils sont moins étendus que les glandes femelles.

» Les oviducte et spermiducte d'un même côté se dirigent en arrière et s'ouvrent dans la chambre supra-branchiale, entre le pied et le support branchial, sur une même papille en dessous de laquelle passe le connectif cérébro-viscéral; l'orifice du conduit mâle est plus ventral que celui du conduit femelle.

» 2° *Poromya*. — Ce genre (dont l'espèce étudiée est *P. granulata* Nyst) est également hermaphrodite, à ovaire et testicule séparés et à conduits distincts; mais les deux conduits différents d'un même côté débouchent au dehors par un orifice commun, ce qui diffère de la disposition observée dans les trois hermaphrodites à glandes séparées connus jusqu'ici.

» Les ovaires constituent deux grands sacs occupant presque toute la masse viscérale en arrière de l'estomac, et sont accolés sur la ligne médiane. Les testicules sont situés ventralement aux ovaires, dans une position analogue à celle observée chez *Lyonsiella*. Les conduits d'un même côté s'ouvrent en arrière par un orifice commun situé un peu en avant du cœur, et dorsalement au connectif cérébro-viscéral.

» Quant à *Cuspidaria*, je n'ai reconnu, dans chaque individu examiné, que la présence d'un seul sexe à la fois.

» IV. Comme les hermaphrodites en question n'ont pu être examinés en vie, il n'y a à ajouter, sur la physiologie de leurs organes génitaux, que ce qui peut être déduit de leur conformation morphologique.

» Chez le *Poromya* étudié, l'ovaire était au maximum de maturité,

tandis que le testicule était peu développé. Il s'ensuit qu'il y a là, vraisemblablement, fonctionnement alternatif des deux sexes, donc hermaphroditisme insuffisant, comme il semble que c'est le cas chez la plupart des Pélécypodes monoïques. Mais on ne peut dire quel est le sexe qui est mûr le premier, ni savoir, par conséquent, s'il y a hermaphroditisme protandrique.

» V. Il est remarquable que tous les Pélécypodes à sexes réunis appartiennent à des formes assez spécialisées : aux groupes Pseudolamellibranchiés, Eulamellibranchiés et Septibranchiés.

» Au contraire, les formes les plus primitives sont toutes dioïques; c'est le cas des Protobranchiés : *Nuculidæ* et *Solenomyidæ* (famille dont l'organisation est presque ignorée et dont les glandes génitales n'ont pas été reconnues par Deshayes; j'ai pu voir que ces glandes, qui sont très étendues, ne présentent jamais qu'une sorte d'éléments sexuels); c'est aussi le cas des Filibranchiés : *Arcidæ* et *Trigonidæ;* ainsi qu'il ressort, pour cette dernière famille, des recherches de Selenka et des miennes propres.

» VI. De même, chez les Gastéropodes, les formes les moins spécialisées (Polyplacophores, Rhipidoglosses) sont dioïques. Il est donc vraisemblable que, chez les ancêtres des Mollusques, la séparation des sexes était déjà normale, et que l'hermaphroditisme, dans cet embranchement, est un signe de spécialisation. »

GÉOLOGIE. — *Examen chimique d'eaux minérales provenant de Malaisie; minerai d'étain de formation actuelle.* Note de M. **Stanislas Meunier.**

« A son retour d'un récent voyage en Malaisie, M. Errington de la Croix a bien voulu me remettre, parmi d'autres échantillons, deux bouteilles d'eaux fournies par les sources thermales de Selangor. La première est la source d'Azer-Eanas, à Ulu Klang, sur la route de Sahang; l'autre est la source d'Azer-Panas, près Chevas.

» L'eau d'Azer-Eanas, qui sort à une température de 50°, répand à l'ouverture de la bouteille une odeur désagréable et tout à fait particulière. La chaleur n'en dégage presque aucun gaz et l'on n'y trouve aucun sel minéral. Au contraire, la matière organique y est remarquablement abondante : l'évaporation de 100^{cc} donne un résidu sirupeux qui se carbonise par la chaleur et ne laisse que 2^{mgr} environ de cendres. Cette matière est azotée. Au bout de très peu d'heures, l'eau abandonnée au contact de l'air, dans un

vase bouché, se remplit de végétations blanchâtres et visqueuses que je n'ai pas déterminées botaniquement.

» L'eau d'Azer-Panas diffère profondément de la précédente. D'après M. de la Croix, elle est très chaude à sa sortie du sol. L'échantillon que j'ai étudié était parfaitement limpide, inodore et d'une saveur salée à peine appréciable. Dès qu'on la chauffe, l'eau se trouble et dégage des myriades de petites bulles gazeuses. Malgré la très petite quantité de matière dont je disposais, je crois pouvoir affirmer que le gaz dégagé, non absorbable par la potasse et non combustible, est de l'azote à peu près pur. Le volume recueilli correspond à 10^{cc} environ par litre. On constate par les sels de baryte l'absence complète de sulfates dans cette eau; mais le nitrate d'argent révèle la présence du chlore, et l'oxalate d'ammoniaque celle de traces de chaux. Le poids de chlorure de sodium, mêlé d'une très faible quantité de chlorure de calcium, ne dépasse pas $1^{gr},4$ par litre.

» M. de la Croix a joint à ses échantillons d'eaux un petit spécimen des concrétions dont est recouvert le rocher autour du point d'émergence de la source thermale d'Azer-Panas. C'est une substance terreuse, d'un blanc grisâtre, à texture lâche et caverneuse, dont la densité est égale à 2,1. En certains points, la masse est tuberculeuse comme les travertins et montre des écailles superposées parfaitement blanches et pointillées de toutes petites dendrites noires. Réduite en poudre et chauffée dans un tube à essais, la matière donne de l'eau ayant une réaction alcaline très évidente sur le papier de tournesol. Un fragment abandonné dans l'acide chlorhydrique est à peine attaqué, même après plusieurs mois de séjour, et abandonne seulement au dissolvant quelques légères traces de fer.

» L'analyse a été faite par l'attaque au creuset de platine par le carbonate de potasse. La masse bien fondue, reprise par l'eau, a donné, par l'acide chlorhydrique, un abondant précipité de silice gélatineuse. Le liquide a précipité en brun par l'acide sulfhydrique, et ensuite en noir par le sulfhydrate d'ammoniaque. On a reconnu directement des traces d'alumine.

» Voici les chiffres que j'ai obtenus :

Silice	91,8
Eau	7,5
Oxyde d'étain	0,5
Oxyde de fer	0,2
Alumine	traces
	100,0

» C'est donc une sorte d'opale voisine des geysérites, mais très remarquable par la présence de l'oxyde d'étain. Nul doute que celui-ci ne fasse partie des petites dendrites noires signalées tout à l'heure dans le dépôt; et, en conséquence, on doit le regarder comme concrétion contemporaine.

» C'est la première fois que le minerai d'étain, si caractéristique des filons les plus anciens, est signalé dans les sources de l'époque actuelle. »

GÉOLOGIE. — *Observations sur la structure de quelques dépôts ferrugineux des terrains secondaires*. Note de M. **Bourgeat**, présentée par M. Daubrée.

« Les recherches que je poursuis depuis plusieurs années sur les roches du Jura méridional m'ont amené à étudier un certain nombre de dépôts ferrugineux et à recueillir à leur sujet des observations qui me semblent dignes d'être signalées.

» J'avais remarqué l'année dernière que la plupart des sphérolithes qui se rencontrent dans le jurassique de cette région sont d'origine organique et montrent, lorsqu'on les polit, ou qu'on polit la roche qui les renferme, la trame de Bryozoaires et de Polypiers, qu'une légère attaque à l'acide chlorhydrique étendu fait parfaitement ressortir.

» L'idée m'est alors venue d'étudier de la même façon les oolithes qui constituent la masse principale des minerais de fer contenus, soit dans les dernières assises du lias, soit dans les premières du jurassique.

» Ici, en polissant la roche et en la traitant par l'acide, je n'ai presque rien constaté d'organique, même avec le secours d'une loupe grossissante. Mais en triturant le minerai et en l'examinant ensuite sous le microscope, à la lumière oblique, après l'avoir légèrement attaqué par l'acide étendu, j'y ai constaté une belle trame organique due encore à des Bryozoaires et à de très petits Polypiers.

» Cette trame est visible à la fois dans les oolithes décortiquées et dans le magma qui les contient. Le minerai où elle s'est révélée le mieux est un minerai oolithique rougeâtre, provenant du bajocien de Fongy, près de Sellières (Jura).

» Je l'ai aussi trouvée très nettement accusée dans les minerais du bajocien d'Ougney (Jura), dans ceux du lias supérieur de Saint-Quentin (Isère), dans ceux du bajocien de Sellières (Jura), dans l'oolithe ferrugineuse du kellovien de Prénovel et des Prés (Jura), dans la limonite de Mé-

tabief appartenant au néocomien du bassin de Nozeroy, ainsi que dans un assez grand nombre de minerais de fer provenant du lias supérieur ou du bajocien inférieur de la Lorraine.

» Presque toutes les autres roches ferrugineuses de provenance sédimentaire que j'ai pu observer ensuite, et qui sont trop pauvres pour constituer de véritables minerais, m'ont encore montré le fer intimement associé à une trame organique.

» On le trouve remplissant le tronc et les ramifications de petits coraux dans certains calcaires bajociens rouges des environs de Cuiseaux (Saône-et-Loire), ainsi que dans certains calcaires rosés du corallien de Cousance, près de Lons-le-Saunier, ou de Sampans, près de Dôle.

» Ailleurs, ce sont les Bryozoaires qui dominent. On les voit pulluler dans presque tous les calcaires jaunes, rougeâtres ou verdâtres du néocomien du Jura, spécialement dans ceux d'Oyonnax, de Cinquétral et de Leschères, dans un lit ferrugineux du bathonien de Prénovel, dans les calcaires jaunes du bajocien des environs de Poligny et de Saint-Amour, et dans les échantillons ferrugineux du kellovien que j'ai eus à ma disposition.

» Seul un calcaire jaune du néocomien des environs de Nozeroy m'a paru pétri de Spongiaires.

» Faut-il croire que la matière ferrugineuse qui se rattache si intimement à la trame de ces organismes a été absorbée durant leur vivant, ou ne vaut-il pas mieux admettre qu'elle n'y est venue qu'après leur mort, au moment de la destruction des tissus mous? C'est là une question que je n'examinerai pas ici. »

PALÉONTOLOGIE. — *Découverte d'une flore turonienne dans les environs des Martigues (Bouches-du-Rhône).* Note de M. G. **Vasseur**, présentée par M. Albert Gaudry.

« Les restes de végétaux rencontrés jusqu'à ce jour en Europe, dans le terrain crétacé proprement dit ([1]), appartiennent principalement à

([1]) Nous classons dans la série infra-crétacée les étages néocomien, urgonien et aptien.

l'étage cénomanien ([1]) et aux assises de la craie sénonienne ([2]) et danienne ([3]).

» Je crois donc devoir appeler l'attention de l'Académie sur la découverte que je viens de faire, dans le turonien de la Provence, d'une flore aussi remarquable par son bel état de conservation que par la diversité des types qu'elle comprend.

» Les terrains crétacés des environs des Martigues, déjà célèbres par les horizons fossilifères qu'ils renferment, ont été décrits par divers observateurs.

» Dès l'année 1864, Reynès attribuait à l'étage des grès d'Uchaux la formation argilo-gréseuse à *Trigonia scabra*, comprise entre les calcaires angoumiens à *Biradiolites cornupastoris* à la base et les calcaires sénoniens à Hippurites ([4]). Depuis lors, M. Carez ([5]) et M. Depéret ([6]) se sont occupés de la constitution géologique de cette région, sans y mentionner toutefois l'existence d'empreintes végétales dans les dépôts turoniens. En outre, M. Depéret n'a indiqué qu'avec doute la présence de la *Trigonia scabra* dans les grès de la Mède, alors que ce fossile, très rare à la partie supérieure de cette formation, se rencontre en abondance au-dessous des argiles lignitifères. Je signalerai enfin l'opinion émise récemment par M. Collot ([7]). L'auteur de la *Description du terrain crétacé dans une partie de la Basse Provence* ne fait pas mention de la *Trigonia scabra* dans les grès de la presqu'île des Martigues, et il croit devoir attribuer à l'étage sénonien les grès et les argiles de la Mède. J'aurai prochainement occasion de discuter cette manière de voir.

([1]) Cénomanien de la Sarthe, *Quadersandstein* de Bohême et de Silésie, couches de Niederschœna en Saxe.

([2]) A l'étage sénonien se rapportent les végétaux d'Aix-la-Chapelle, de Haldem et de la craie de Westphalie (*pars*), ainsi que la flore de Bagnols dans le Gard et les plantes du Beausset (Var).

([3]) Lignites de Fuveau.

([4]) Reynès, *Bull. Soc. géol. de France* (réun. extr. à Marseille, 1864), 2e série, t. XXI, p. 474, 475. « En 1864, la Société géologique de France avait bien constaté la présence, dans les grès turoniens de la presqu'île des Martigues, de quelques vestiges de Monocotylédones, mais ces empreintes mal conservées n'étaient susceptibles d'aucune détermination précise. »

([5]) Carez, *Bull. Soc. géol. de France*, 3e série, t. XVI, p. 504 et suivantes; 16 avril 1888.

([6]) Depéret, *Bull. Soc. géol. de France*, 3e série, t. XVI, p. 561 et 562; 28 mai 1888.

([7]) Collot, *Bull. Soc. géol. de France*, 3e série, t. XVIII, p. 84.

» Voici de bas en haut la succession des couches que l'on observe entre le vallon de la Gueule d'Enfer et l'étang de Berre :

» 1° Marnes aptiennes, glauconieuses à la partie supérieure, avec *Belemnites semicanaliculatus*.

» 2° Calcaire marneux grisâtre (*Inoceramus concentricus*?). Albien? 0m,40.

Cénomanien.

» 3° Sables fins argileux et calcarifères, jaunâtres, passant à la partie supérieure à un calcaire sableux (*Ostrea columba, O. flabellata, Hemiaster Orbignyi, Pseudodiadema marticense*). 3m.

» 4° Calcaire à *Caprinella triangularis, Sphærulites, Plagioptychus*. 5m.

» 5° Calcaire sableux, très friable, à *Ostrea columba*. 1m,50.

» 6° Calcaire à *Caprina adversa*. 3m.

Turonien.

» 7° Calcaire noduleux, blanchâtre, à *Biradiolites cornupastoris, Radiolites ponsianus, Hippurites*. 3m à 4m.

» 8° Grès calcarifère jaunâtre, rempli de petites Huîtres et renfermant par places de nombreuses *Cyprina ligeriensis*. 4m à 5m (niveau de la *Trigonia scabra* sur le bord de l'étang de Berre).

» 9° Argile sableuse grossière avec cristaux de gypse, débris charbonneux et parcelles de succin (faune saumâtre, *Cardium itierianum*). 1m.

» 10° Argile grise ou noirâtre, feuilletée (1m), renfermant la flore dont la découverte fait spécialement l'objet de cette Note (1).

» M. le professeur Marion, qui a bien voulu se charger de l'étude et de la description de ces végétaux, a reconnu dans ce gisement :

Dicotylédones : *Myrica Campei, M. Rougoni, M. Gaudryi, Salix Vasseuri, Magnolia, Cesalpinites, Celastrophyllum, Proteophyllum, Dewalquea* (2 esp.), etc.

Monocotylédones : *Dracænites Jourdei*.

Conifères : *Sequoia, Thuyites* (2 esp.), *Widdringtonites, Sphenolepidium* (2 esp.).

Cycadées : *Podozamites*.

Fougères : *Comptoniopteris provinciale, C. intermedia, C. Saportæ, C. Vasseuri*, etc.

» Une galerie de recherches (*la Charbonnière*) ouverte dans ce banc et figurée sur la coupe de M. Depéret (2), est le principal gisement de nos végétaux.

---

(1) Je dois remercier Mme Tardieu, des Martigues, et M. et Mme Blanc, de Châteauneuf, de l'obligeance avec laquelle ils m'ont autorisé à entreprendre des fouilles dans leurs propriétés; ces travaux sont exécutés avec une grande habileté par la famille Rougon, de la Mède.

(2) *Bull. Soc. géol. de France*.

» Sur le bord de l'étang de Berre, on observe à ce niveau, près de la ferme des Tamarins, un grès gris, très dur, contenant de nombreuses empreintes de Dicotylédones : *Menispermum, Dryophyllum* (?), *Myrica*. Certains lits plus fissiles offrent des rameaux entiers de *Sapindophyllum*.

» 11° Grès très calcarifère, à petites huîtres, avec couches de sable intercalées. 40m environ. Les parties inférieures sont remplies de Mollusques saumâtres : *Cerithium nodosocarinatum, Cassiope turonensis, Ampullaria* sp., *Cyprina ligeriensis, Cardium itierianum*. Au bord de l'étang de Berre, ces grès sont plus ou moins charbonneux et passent fréquemment à des argiles noires renfermant de nombreux Mollusques à test bien conservé et des empreintes de Dicotylédones. La *Trigonia scabra* reparaît dans les bancs supérieurs.

» 12° Calcaire roux spathique à *Rhynchonella petrocoriensis* (base du sénonien).

» En résumé, dans la presqu'île des Martigues, l'assise des grès d'Uchaux se compose de grès marin à *Trigonia scabra* surmonté par des argiles à végétaux et des grès lignitifères saumâtres.

» Ainsi que M. Depéret l'a très bien établi ([1]), cet ensemble est inférieur au premier banc sénonien caractérisé par la *Rhynchonella petrocoriensis*. Je ne saurais donc admettre, avec M. Collot, que l'argile de la Mède puisse représenter la base de l'étage sénonien. De plus, ce savant géologue a émis l'opinion ([2]) que, dans la Basse Provence, les reliefs du sol sont postérieurs au terrain crétacé et que « la mer sénonienne ne formait qu'un » golfe vaste et unique, au lieu de plusieurs golfes profondément découpés, » comme on le supposait encore récemment ». Je considère, au contraire, la présence de nombreuses empreintes végétales dans les argiles de la Mède comme une preuve bien manifeste de la proximité d'une terre émergée à l'époque turonienne; cette terre, basse encore, ne pouvait être que l'anticlinal de la Nerthe faiblement dessiné et relié au massif continental jurassique et infra-crétacé des environs de Marseille. Mes observations viennent donc confirmer pleinement les idées exprimées par M. Marion, dès l'année 1872, relativement aux anciens reliefs de la Provence ([3]). »

ÉCONOMIE RURALE. — *De l'emploi des sels de cuivre contre la maladie des pommes de terre.* Note de M. **Aimé Girard**, présentée par M. Schlœsing.

« Si importantes et si fructueuses que soient les améliorations que la culture de la pomme de terre peut recevoir, l'abondance des récoltes n'en

([1]) *Bull. Soc. géol. de France.*

([2]) Collot, *Bull. Soc. Géol. de France*, t. XVIII, p. 82.

([3]) Marion, *Revue scientifique*, 21 décembre 1872.

reste pas moins sous la dépendance d'un fait calamiteux. Ce fait, c'est la destruction de la plante par le *Phytophtora infestans,* en termes vulgaires par la *maladie*.

» Aussi, dès qu'on a su, par l'emploi des sels de cuivre, enrayer la marche du mildew, a-t-on eu la pensée d'appliquer à la pomme de terre le même remède qu'à la vigne.

» M. Jouet, dès 1885, a fait, à ce sujet, des essais justement remarqués; d'autres l'ont suivi : MM. Fasquelle, Cordier, etc. A ces essais, cependant, on pouvait adresser une critique: l'indication générale du succès obtenu n'était pas accompagnée de renseignements numériques suffisants.

» C'est à M. Prillieux qu'on doit le premier essai précis; les résultats, absolument concluants, que cet essai a fournis ont été communiqués à l'Académie des Sciences le 20 août 1888. Ces résultats, cependant, n'ont pas suffi à porter la conviction dans l'esprit de nos cultivateurs, et c'est à peine si, en 1888 et 1889, on en a vu quelques-uns entreprendre, avec succès du reste, de combattre la maladie.

» Les essais que j'ai faits, de mon côté, auront, je l'espère, des conséquences plus étendues; ils établissent, en effet, par des chiffres précis, qu'en grande culture, à peu de frais, il est aisé de garantir nos récoltes. Ces essais ont été faits, à Joinville-le-Pont et à Clichy-sous-Bois, avec une bouillie cuivreuse faible, ne contenant par hectolitre que 2^{kg} de sulfate de cuivre et 1^{kg} de chaux (pesée à l'état vif); la garantie serait plus grande encore si l'on portait à 3 pour 100 la proportion du sel de cuivre.

» En 1888, la maladie n'est apparue qu'au commencement d'août, alors qu'on pensait l'avoir évitée. Le traitement, par suite et à tort, n'a été appliqué qu'à une culture déjà envahie; il a été curatif et non préventif.

» Un hectare entier de Richter's Imperator a été, à la ferme de Joinville, largement arrosé de bouillie, à l'aide d'un pulvérisateur ordinaire; la récolte a été sauvée, elle s'est élevée à 33 185 hectogrammes; préoccupé, surtout dans ce cas, d'en assurer l'intégrité, je n'avais pas réservé de témoin.

» Mais, à côté, d'autres essais, comparatifs cette fois, avaient lieu, qui, à la récolte, m'ont donné les résultats suivants :

Variétés.	Surface traitée 200^{mq}. Poids total récolté.	Malades en poids.	Malades pour 100.	Surface non traitée 200^{mq}. Poids total récolté.	Malades en poids.	Malades pour 100.	Augmentation de la récolte saine par le traitement.
			Joinville-le-Pont (1888).				
	kg	kg		kg	kg		Pour 100.
Eos.........	470	20	4,2	468	26	5,5	2,7
Kornblum...	450	5	1,1	400	30	7,5	20,2
Aurélie.....	427	21	4,9	420	31	7,4	4,4

Clichy-sous-Bois (1888).

	Surface traitée 125mq.			Surface non traitée 125mq.			
	kg	kg		kg	kg		
Gelbe rose...	339,7	10,7	3,1	300	12,3	4,1	14,3
Jeuxey......	414,5	25,0	6,0	365	48	13,1	22,9
Richter's....	564,0	15,0	2,6	498	14,5	2,9	13,5
Red-skinned.	469,0	33,0	7,0	423	51	12,0	17,0

» De l'examen des chiffres qui précèdent il résulte :

» 1° Que l'application d'un traitement purement curatif n'assure pas une immunité absolue;

» 2° Que cependant, même dans ce cas, le traitement diminue notablement la proportion des malades et augmente le poids de la récolte saine dans une proportion qui, pour certaines variétés, s'élève à 20,2 et 22,9 pour 100.

» En 1889, le développement de la maladie a été généralement faible; chez la plupart de mes collaborateurs, elle ne s'est pas montrée; chez quelques-uns, elle a attaqué diverses variétés en respectant la Richter's Imperator; chez cinq d'entre eux seulement, celle-ci a été atteinte; plusieurs ont traité préventivement par les sels de cuivre et ont ainsi sauvegardé leur récolte, mais n'ont pas malheureusement réservé de témoin; un seul d'entre eux, M. Herbet, préparateur à l'Institut agronomique, a fait un essai comparatif qui, malgré le petit nombre de pieds cultivés, mérite toute attention. C'est à Clères (Seine-Inférieure), où la maladie a fortement sévi, que cet essai a eu lieu; il a porté sur 54 pieds, plantés dans un sol de jardin, dont 44, traités, ont fourni 116kg, soit 2kg,643 par pied, tandis que 10 autres, non traités, n'ont fourni que 10kg, soit 1kg par pied; l'augmentation de la récolte saine est, dans ce cas, de 164 pour 100.

» A Joinville-le-Pont et à Clichy-sous-Bois, j'ai, en 1889, adopté le traitement préventif et j'ai vu, dans ces conditions, le développement de la maladie complètement enrayé, même par l'emploi d'une bouillie à 2 pour 100; l'intensité du mal, il est vrai, a été faible cette année; sur certaines variétés cependant, comme la Jeuxey, la proportion des malades s'est élevée à 9 pour 100.

» A Clichy-sous-Bois, les résultats ont été les suivants :

	Surface traitée 125mq.			Surface non traitée 125mq.			Augmentation de la récolte saine par le traitement.
		Malades			Malades		
Variétés.	Poids total récolté.	en poids.	pour 100.	Poids total récolté.	en poids.	pour 100.	
	kg			kg	kg		Pour 100.
Gelbe rose.....	328	néant	néant	308	8	2,6	9,3
Jeuxey........	341	1kg	0kg,3	321	30	9,1	16,8
Richter's......	439	néant	néant	421	1	0,2	4,3
Red-skinned...	400	néant	néant	394	1,5	0,4	1,9

» L'influence du traitement préventif est ici tellement nette, qu'il est inutile d'insister.

» Les frais de traitement sont, d'ailleurs, peu élevés.

» Pour un hectare, à Joinville, il a fallu $17^{hlit},5$ de bouillie à 2 pour 100; la pulvérisation a exigé quatre journées d'homme; la dépense a donc été :

	kg	fr
Sulfate de cuivre à 65^{fr} les 100 kilogrammes.......	35	22,75
Chaux en pierre à $2^{fr},50$ les 100 kilogrammes.....	15	0,37
4 journées à 4^{fr} l'une..........................	»	16
		39,12

» Chez MM. S. Tétard et fils, à Gonesse, 1 hectare traité de même a exigé la même quantité de produits et la même main-d'œuvre, mais, la journée n'étant payée que 3^{fr}, la dépense n'a pas dépassé 35^{fr} par hectare.

» Cette dépense est destinée à diminuer encore, d'un côté par l'abaissement probable du cours du sulfate de cuivre, d'un autre par l'emploi de pulvérisateurs nouveaux. C'est donc, en moyenne, à 37^{fr} par hectare qu'on peut estimer les frais du traitement avec une bouillie à 2 pour 100; à 48^{fr}, avec une bouillie à 3 pour 100.

» Le bénéfice réalisé est établi dans le Tableau suivant pour les trois cultures qui, dans mes essais, ont donné les résultats les plus frappants; la pomme de terre y est comptée à 4^{fr} les 100^{kg} :

	Récolte saine, par are		Bénéfice	Bénéfice brut en argent	
	traitée.	non traitée.	en poids.	par are.	par hectare.
	kg	kg	kg	fr	fr
Joinville 1888 (Kornblum).	445	370	75	3	300
Clichy 1888 (Jeuxey)	390	317	73	2,92	292
Clichy 1889 (Jeuxey)	340	292	48	1,52	152

» La dépense ayant été de 39^{fr}, il reste, pour ces trois cultures, un bénéfice de 261^{fr}, 253^{fr}, 113^{fr} par hectare.

» Ce résultat est trop net pour que, en prévision d'un invasion nouvelle les cultivateurs soucieux de leurs intérêts hésitent à appliquer, dès cette année, vers la fin de juin, dans les régions habituellement menacées, un traitement préventif à l'aide de bouillies soit à 2 pour 100, soit à 3 pour 100 de sulfate de cuivre [1]. »

---

[1] Une Note plus étendue paraîtra prochainement dans les *Annales agronomiques*.

M. **Ern. Olivier** rappelle les preuves que M. Émile Blanchard [1] a tirées de l'examen de la faune et de la flore pour démontrer que les îles de l'archipel de la Sonde avaient été séparées de la péninsule de Malacca pendant l'âge moderne de la Terre et apporte un nouveau fait à l'appui de cette théorie.

Il s'agit de Coléoptères de la famille des Lampyrides, capturés à Bornéo, et parmi lesquels se trouvent des espèces du genre *Pyrocœlia* (*insidiosa* Ern. Ol., *terminata* Gorh.) que l'on rencontre également en Chine, en Annam et dans l'Inde.

M. **G. Fouret**, à propos d'une observation insérée au *Compte rendu* de la séance du 12 mai courant, relativement à sa « Note sur les courbes de Lamé et les paraboles et hyperboles de divers ordres » (p. 778 de ce Volume), regrette d'avoir oublié de citer dans cette Note les intéressantes recherches de M. R. Godefroy sur le même sujet (*Nouvelles Annales de Mathématiques* de 1886), mais croit devoir faire remarquer que son travail diffère de celui de M. Godefroy et par le point de départ et par les résultats, qui se résument dans une construction d'une extrême simplicité.

M. **Delaurier** adresse une Note ayant pour titre : « Nouvelles applications de la Chimie à l'extraction des métaux ».

M. **T. Viardot** adresse un Mémoire de Botanique médicale.

La séance est levée à 4 heures un quart. M. B.

---

(1) Séance du 24 février 1890.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 12 MAI 1890.

Annales de l'Observatoire de Paris, publiées sous la direction de M. le Contre-Amiral MOUCHEZ, Directeur de l'Observatoire. Mémoires T. XIX. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1889. (Présenté par M. Mouchez.)

Annales de l'Observatoire de Nice, publiées sous les auspices du Bureau des Longitudes; par M. PERROTIN, Directeur. Tome III. Texte-Atlas. *Spectre solaire de M.* THOLLON. (Fondation R. Bischoffsheim.) Paris, Gauthier-Villars et fils, 1890. (Présenté par M. Faye.)

Éléments de Météorologie nautique; par J. DE SUGNY, Lieutenant de vaisseau. Paris, Berger-Levrault et Cie, 1890. (Présenté par M. Bouquet de la Grye.)

Mémoires de la Société nationale des Sciences naturelles et mathématiques de Cherbourg. Tome XXVI. Paris, J.-B. Baillière et fils, 1889.

Chimie agricole (Leçons élémentaires); *par* PAUL SABATIER. Paris, G. Masson, 1890. (Présenté par M. Berthelot.)

Traité d'Anatomie comparée des animaux domestiques; par A. CHAUVEAU, Membre de l'Institut (Académie des Sciences), 4e édition, avec la collaboration de S. ARLOING. Paris, J.-B. Baillière et fils, 1890. (Présenté par M. Chauveau.)

Leçons sur la théorie générale des surfaces et les applications géométriques du Calcul infinitésimal; par GASTON DARBOUX, Membre de l'Institut, Doyen de la Faculté des Sciences, troisième Partie. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1890 (premier fascicule). (Présenté par M. Bertrand.)

Geology of the Lassen Peak district; by J.-S. DILLER. Washington, Government printing Office, 1889.

A short course of experiments in physical measurement; by HAROLD WHITING, Part I. Cambridge, John Wilson and son; University Press, 1890.

Catalogue of stars observed at the United States naval Observatory, during the years 1845 *to* 1877; *par* le professeur M. YARNALL, U. S. N. Washington, Government printing Office, 1889.

Catalogue des Ouvrages de M. Domingos Freire, de Rio-de-Janeiro. (Pré-

senté par M. Pasteur.) (Renvoi au concours des prix de Médecine et de Chirurgie.)

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 19 MAI 1890.

Mémoires de la Société géologique de France. Paléontologie. Tome I, fascicule I; par MM. A. GAUDRY, J. SEUNES, CH. DEPÉRET. Paris, Baudry et Cie, 1890. (Présenté par M. Gaudry.)

Atlas de la Société de l'Industrie minérale, 3e série, tome IV, 2e livraison; par MM. CH. BRONGNIART, H. FAYOL, DE LAUNAY, S. MEUNIER, B. RENAULT, SAUVAGE et ZEILLER. Saint-Étienne (Loire), Frédéric Lantz, 1890.

Théorie de l'élasticité des corps solides; par ÉMILE MATHIEU, 1re Partie. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1890. (Renvoi au concours du prix Poncelet.)

Faune de l'Allier; par ERNEST OLIVIER. Moulins, A. Ducroux et Gourjon-Dulac, 1890.

Congrès de Paris de 1889, *Ve Congrès international*. Bruxelles, F. Hayez, 1890.

Contribution à l'étude de la morphologie et du développement des bactériacées; par ALBERT BILLET. Paris, Doin, 1890. (Renvoi au concours du prix Montagne.)

Les phases de la vie, du berceau à la tombe; par le Dr F. QUESNOY. Paris, Jouvet et Cie, 1887. (Présenté par M. le baron Larrey.) (Renvoi au concours du prix de Physiologie ou du prix Mège.)

Traité pratique de la vaccination animale; par A. LAYET. Paris, Félix Alcan, 1889. (Renvoi au concours du prix Montyon, Médecine et Chirurgie.)

Recherches physiologiques sur le développement des plantes annuelles, assimilation et transpiration chlorophylliennes; par HENRI JUMELLE. Paris, Paul Klincksieck. (Renvoi au concours du prix de Physiologie expérimentale.)

Boletins mensaes do Observatorio meteorologico : Da repartiçao dos telegraphos do Brazil na ilha do governador, Vol. I (1886); II (1887); III (1888). Rio-de-Janeiro.

Télégraphie et Téléphonie simultanées par les mêmes fils, système van Rysselberghe. Bruxelles, Ve Ch. Vanderauwera, 1890.

Hortus botanicus panormitanus, sive plantæ novæ vel criticæ; par AUGUSTINO TODARO, Tom. II, fasciculus sextus. Panormi, Ignatius Virzi, 1890.

Astronomical, magnetical and meteorological observations, made at the

royal observatory, Greenwich, in the year 1887, *Appendix I, II, III, under the direction of* W. H. M. Christie, M. A. F. R. S., *Royal Astronomer.* London, by Darling and Sons, 1889.

Beschreibung eines Apparats zur Bestimmung des absoluten persönlichen Fehlers bei Durchgangsbeobachtungen nebst Mittheilung der damit erhaltenen Resultate; von H.-G. van de Sande Bakhuyzen, Haag, Martinus Nijhoff, 1889.

Ouvrages reçus dans la séance du 27 mai 1890.

Météorologie régionale; par Marius Villars. Valence, Jules Céas et fils, 1889.

Bulletin de l'Académie royale des Sciences, des Lettres et des Beaux-Arts de Belgique, n° 4. Bruxelles, F. Hayez, 1890.

Relatorio acerca da decima sessão do Congresso international de anthropologia e archeologia prehistoricas. Lisboa, Imprensa national, 1890.

Ichthyosaurus campylodon e tronchi di cicadee nelle argille scagliose dell' Emilia, Memoria del prof. Giovanni Capellini. Bologna, Gamberini e Parmeggiani, 1890.

Flora italiana; par Filippo Parlatore. Firenze, Le Monnier, 1890.

Meteorological observations at the foreign and colonial stations of the Royal engineers and the army medical department, 1852-1886. London, 1890.



On souscrit à Paris, chez GAUTHIER-VILLARS ET FILS,
Quai des Grands-Augustins, n° 55.

Depuis 1835 les **COMPTES RENDUS** hebdomadaires paraissent régulièrement le *Dimanche*. Ils forment, à la fin de l'année, deux volumes in-4°. Deux Tables, l'une par ordre alphabétique de matières, l'autre par ordre alphabétique de noms d'Auteurs, terminent chaque volume. L'abonnement est annuel et part du 1er janvier.

Le prix de l'abonnement est fixé ainsi qu'il suit :

Paris : **20 fr.** — Départements : **30 fr.** — Union postale : **34 fr.** — Autres pays : les frais de poste extraordinaires en sus.

On souscrit, dans les Départements,

chez Messieurs :

Agen	Michel et Médan.
Alger	Gavault St-Lager. Jourdan. Ruff.
Amiens	Hecquet-Decobert.
Angers	Germain et Grassin. Lachèse et Dolbeau
Bayonne	Jérôme.
Besançon	Jacquard.
Bordeaux	Avrard. Chaumas. Vincent. Muller (G.).
Bourges	David.
Brest	Lefournier. F. Robert. J. Robert. Ve Uzel Caroff.
Caen	Baër. Massif.
Chambéry	Perrin.
Cherbourg	Henry.
Clermont-Ferr.	Rousseau. Ribou-Collaye.
Dijon	Lamarche. Ratel. Damidot.
Douai	Lauverjat. Crépin.
Grenoble	Drevet. Gratier.
La Rochelle	Robin.
Le Havre	Bourdignon. Dombre.
Lille	Ropiteau. Lefebvre. Quarré.
Lorient	Gosse. Mme Texier.
Lyon	Beaud. Georg. Mégret. Palud. Vitte et Perussel.
Marseille	Millaud.
Montpellier	Calas. Coulet.
Moulins	Martial Place.
Nancy	Sordoillet. Grosjean-Maupin. Sidot frères.
Nantes	Loiseau. Mme Veloppé.
Nice	Barma. Visconti et Cie.
Nîmes	Thibaud.
Orléans	Luzeray.
Poitiers	Blanchier. Druineaud.
Rennes	Plihon et Hervé.
Rochefort	Boucheron-Rossignol.
Rouen	Langlois. Lestringant.
St-Étienne	Chevalier.
Toulon	Bastide. Rumèbe.
Toulouse	Gimet. Privat.
Tours	Boisselier. Péricat. Suppligeon.
Valenciennes	Giard. Lemaître.

On souscrit, à l'Étranger,

chez Messieurs :

Amsterdam	Robbers. Feikema Caarchen et Cie.
Athènes	Wilberg.
Barcelone	Verdaguer. Piaget.
Berlin	Asher et Cie. Calvary et Cie. Friedlander et fils. Mayer et Müller.
Berne	Schmid, Francke et Cie.
Bologne	Zanichelli et Cie.
Bruxelles	Ramlot. Mayolez. Falk.
Bucharest	Haimann. Ranisteanu.
Budapest	Kilian.
Cambridge	Deighton, Bell et Co
Christiania	Cammermeyer.
Constantinople.	Lorentz et Keil.
Copenhague	Höst et fils.
Florence	Lœscher et Seeber.
Gand	Hoste.
Gênes	Beuf.
Genève	Cherbuliez. Georg. Stapelmohr.
La Haye	Belinfante frères.
Lausanne	Benda. Payot.
Leipzig	Barth. Brockhaus. Lorentz. Max Rübe. Twietmeyer.
Liège	Brandt. Gnusé.
Londres	Dulau. Nutt.
Luxembourg	V. Bück.
Madrid	Fuentès et Capdeville. Librairie Gutenberg. Gonzalès e hijos. Yravedra. F. Fé.
Milan	Dumolard frères. Hœpli.
Moscou	Gautier.
Naples	Furcheim. Marghieri di Gius. Pellerano.
New-York	Christern. Westermann.
Odessa	Rousseau.
Oxford	Parker et Cie.
Palerme	Clausen.
Porto	Magalhaès.
Prague	Rivnac.
Rio-Janeiro	Garnier.
Rome	Bocca frères. Loescher et Cie.
Rotterdam	Kramers et fils.
Stockholm	Samson et Wallin.
St-Pétersbourg	Librairie Française. Wolff.
Turin	Bocca frères. Brero. Clausen. Rosenberg et Sellier.
Varsovie	Gebethner et Wolff.
Vérone	Drucker.
Vienne	Frick. Gerold et Cie.
Zürich	Meyer et Zeller.

TABLES GÉNÉRALES DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES :

Tomes **1er** à **31**. — (3 Août 1835 à 31 Décembre 1850.) Volume in-4°; 1853. Prix .... **15 fr.**
Tomes **32** à **61**. — (1er Janvier 1851 à 31 Décembre 1865.) Volume in-4°; 1870. Prix .... **15 fr.**
Tomes **62** à **91**. — (1er Janvier 1866 à 31 Décembre 1880.) Volume in-4°; 1889. Prix .... **15 fr.**

SUPPLÉMENT AUX COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES :

Tome I : Mémoire sur quelques points de la Physiologie des Algues, par MM. A. Derbès et A.-J.-J. Solier. — Mémoire sur le Calcul des Perturbations qu'éprouvent les Comètes, par M. Hansen. — Mémoire sur le Pancréas et sur le rôle du suc pancréatique dans les phénomènes digestifs, particulièrement dans la digestion des matières grasses, par M. Claude Bernard. Volume in-4°, avec 32 planches; 1856 .... **15 fr.**

Tome II : Mémoire sur les vers intestinaux, par M. P.-J. Van Beneden. — Essai d'une réponse à la question de Prix proposée en 1850 par l'Académie des Sciences pour le concours de 1853, et puis remise pour celui de 1856, savoir : « Étudier les lois de la distribution des corps organisés fossiles dans les différents terrains sédimentaires, suivant l'ordre de leur superposition. — Discuter la question de leur apparition ou de leur disparition successive ou simultanée. — Rechercher la nature des rapports qui existent entre l'état actuel du règne organique et ses états antérieurs », par M. le Professeur Bronn. In-4°, avec 27 planches; 1861... **15 fr.**

A la même Librairie les **Mémoires** de l'Académie des Sciences, et les **Mémoires** présentés par divers Savants à l'Académie des Sciences.

N° 21.

TABLE DES ARTICLES. (Séance du 27 mai 1890.)

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

CORRESPONDANCE.

PARIS. — IMPRIMERIE GAUTHIER-VILLARS ET FILS,
Quai des Grands-Augustins, 55.

1890

PREMIER SEMESTRE.

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

TOME CX.

N° 22 (2 Juin 1890).

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS ET FILS, IMPRIMEURS-LIBRAIRES

DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

Quai des Grands-Augustins, 55.

1890

RÈGLEMENT RELATIF AUX COMPTES RENDUS,

ADOPTÉ DANS LES SÉANCES DES 23 JUIN 1862 ET 24 MAI 1875.

Les *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie* se composent des extraits des travaux de ses Membres et de l'analyse des Mémoires ou Notes présentés par des savants étrangers à l'Académie.

Chaque cahier ou numéro des *Comptes rendus* a 48 pages ou 6 feuilles en moyenne.

26 numéros composent un volume.

Il y a deux volumes par année.

ARTICLE 1er. — *Impression des travaux de l'Académie.*

Les extraits des Mémoires présentés par un Membre ou par un Associé étranger de l'Académie comprennent au plus 6 pages par numéro.

Un Membre de l'Académie ne peut donner aux *Comptes rendus* plus de 50 pages par année.

Les communications verbales ne sont mentionnées dans les *Comptes rendus*, qu'autant qu'une rédaction écrite par leur auteur a été remise, séance tenante, aux Secrétaires.

Les Rapports ordinaires sont soumis à la même limite que les Mémoires; mais ils ne sont pas compris dans les 50 pages accordées à chaque Membre.

Les Rapports et Instructions demandés par le Gouvernement sont imprimés en entier.

Les extraits des Mémoires lus ou communiqués par les correspondants de l'Académie comprennent au plus 4 pages par numéro.

Un Correspondant de l'Académie ne peut donner plus de 32 pages par année.

Dans les *Comptes rendus*, on ne reproduit pas les discussions verbales qui s'élèvent dans le sein de l'Académie; cependant, si les Membres qui y ont pris part désirent qu'il en soit fait mention, ils doivent rédiger, séance tenante, des Notes sommaires, dont ils donnent lecture à l'Académie avant de les remettre au Bureau. L'impression de ces Notes ne préjudicie en rien aux droits qu'ont ces Membres de lire, dans les séances suivantes, des Notes ou Mémoires sur l'objet de leur discussion.

Les Programmes des prix proposés par l'Académie sont imprimés dans les *Comptes rendus*, mais les Rapports relatifs aux prix décernés ne le sont qu'autant que l'Académie l'aura décidé.

Les Notices ou Discours prononcés en séance publique ne font pas partie des *Comptes rendus*.

ARTICLE 2. — *Impression des travaux des Savants étrangers à l'Académie.*

Les Mémoires lus ou présentés par des personnes qui ne sont pas Membres ou Correspondants de l'Académie peuvent être l'objet d'une analyse ou d'un résumé qui ne dépasse pas 3 pages.

Les Membres qui présentent ces Mémoires sont tenus de les réduire au nombre de pages requis. Le Membre qui fait la présentation est toujours nommé; mais les Secrétaires ont le droit de réduire cet Extrait autant qu'ils le jugent convenable, comme ils le font pour les articles ordinaires de la correspondance officielle de l'Académie.

ARTICLE 3.

Le *bon à tirer* de chaque Membre doit être remis à l'imprimerie le mercredi au soir, ou, au plus tard, le jeudi à 10 heures du matin; faute d'être remis à temps, le titre seul du Mémoire est inséré dans le *Compte rendu* actuel, et l'extrait est renvoyé au *Compte rendu* suivant, et mis à la fin du cahier.

ARTICLE 4. — *Planches et tirage à part.*

Les *Comptes rendus* n'ont pas de planches.

Le tirage à part des articles est aux frais des auteurs; il n'y a d'exception que pour les Rapports et les Instructions demandés par le Gouvernement.

ARTICLE 5.

Tous les six mois, la Commission administrative fait un Rapport sur la situation des *Comptes rendus* après l'impression de chaque volume.

Les Secrétaires sont chargés de l'exécution du présent Règlement.

Les Savants étrangers à l'Académie qui désirent faire présenter leurs Mémoires par MM. les Secrétaires perpétuels sont priés de les déposer au Secrétariat au plus tard le Samedi qui précède la séance, avant 5h. Autrement la présentation sera remise à la séance suivante

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 2 JUIN 1890,

PRÉSIDENCE DE M. HERMITE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ASTRONOMIE. — *Sur l'application d'un double miroir plan à la mesure précise des distances des astres;* par MM. Lœwy et Puiseux.

« Dans une Communication antérieure nous avons développé la théorie du système optique formé par un double miroir plan taillé sur un bloc de verre unique en forme de prisme, et installé devant l'objectif d'un équatorial. Nous avons expliqué la marche à suivre pour installer l'appareil, c'est-à-dire pour obtenir un parallélisme approché entre l'axe de figure du prisme, son axe de rotation et l'axe optique de la lunette. L'instrument ainsi réglé jouit, au point de vue de la mesure des distances, de propriétés remarquables déjà indiquées par M. Lœwy dans un Mémoire antérieur. Nous nous proposons ici de reprendre, en la complétant, la démonstration de ces propriétés, et d'en déduire une méthode pratique d'observation. On

verra qu'une opération préliminaire, n'exigeant qu'une ou deux minutes de temps, permet de réduire à moins d'un centième de seconde d'arc l'erreur due à une installation défectueuse.

» Supposons qu'il s'agisse d'évaluer la distance de deux étoiles séparées dans le ciel par une distance angulaire à peu près égale au double de l'angle dièdre des deux miroirs. Nous désignerons par 2ε cet angle dièdre, par $4\varepsilon + \delta$ la distance vraie des deux étoiles. Pour abréger le langage, nous appellerons : *plan des étoiles* le plan déterminé par les rayons visuels qui vont à ces deux étoiles, *plan des normales* un plan perpendiculaire à l'intersection des deux faces du prisme, et passant par l'axe de figure.

» Quelles que soient les erreurs instrumentales, on peut évidemment concevoir que l'axe de figure ait été dirigé sur le point milieu du grand cercle de la sphère céleste qui joint les deux étoiles, et que le plan des normales ait été amené en coïncidence avec le plan des étoiles. S'il en est ainsi, les étoiles apparaîtront dans le champ de la lunette séparées par la distance δ. La mesure ainsi faite est indépendante de toutes les constantes instrumentales, ainsi que du mouvement diurne.

» En réalité, par suite de l'incertitude qui existe sur les constantes instrumentales, on doit prévoir que le plan des normales n'aura pas été mis en coïncidence rigoureuse avec le plan des étoiles; par suite, les images ne s'y trouveront pas comprises. La projection de la distance des images sur la trace du plan des étoiles jouira encore de la propriété d'être indépendante du mouvement diurne. Nous allons établir l'expression analytique de cette projection, ainsi que des distances des images au plan des étoiles, et en déduire la solution des problèmes suivants :

» 1° *Déterminer à quelle distance de la trace du plan des étoiles on peut mesurer la distance des images sans qu'il en résulte d'erreur sensible, la limite de l'erreur tolérée étant, par exemple, un centième de seconde d'arc. S'il y a lieu, évaluer la différence entre la distance réellement mesurée et la distance* δ *que l'on aurait trouvée avec une orientation rigoureuse.*

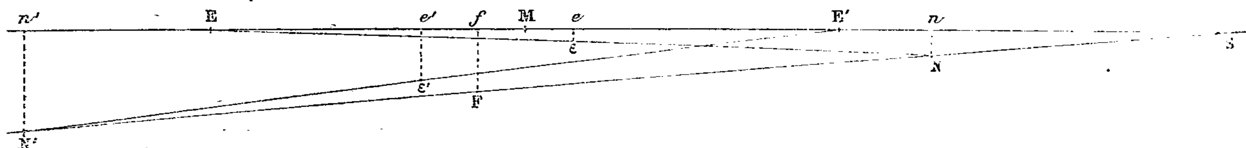
» 2° *Trouver dans le champ la situation de la trace vraie, ou évaluer sa distance à la trace adoptée.*

» 3° *Déterminer l'amplitude extrême des erreurs de calage de la lunette et du prisme qui produisent un déplacement des images de nature à vicier les mesures. En se conformant à certaines règles que nous indiquerons, on sera certain que ces limites ne sont point dépassées et que, par suite, la mesure est absolument exacte.*

» 4° *Évaluer l'erreur qui peut être tolérée sur l'orientation du micromètre et donner le moyen de la rectifier, s'il est nécessaire.*

» Figurons en EE′ (*fig.* 1) les positions des deux étoiles, en M le point milieu de EE′, en N, N′ les traces des normales aux deux faces du prisme

Fig. 1.



sur la sphère céleste, en F la trace de l'axe de figure, qui est le milieu de NN′, en f la projection de F sur la sphère céleste. Posons, comme précédemment,

$$\mathrm{ME} = \mathrm{ME}' = 2\varepsilon + \frac{\delta}{2}, \qquad \mathrm{FN} = \mathrm{FN}' = 90^\circ - \varepsilon$$

et, de plus,

$$\mathrm{M}f = \mathrm{Z}, \qquad f\mathrm{F} = \mathrm{Y}, \qquad f\mathrm{FN} = 90^\circ - \mathrm{X};$$

Y, Z seront les erreurs de calage relatives à l'axe de figure; X sera l'erreur d'orientation du prisme.

» Appelons ε, ε′ les points de la sphère céleste d'où paraissent émaner les rayons réfléchis qui forment les images, e, e' les projections des points ε, ε′ sur le grand cercle EE′.

» A l'aide de cette figure, en interprétant d'une manière convenable les rapports entre ces diverses grandeurs, il n'y a point de difficulté à obtenir l'expression rigoureuse des inconnues, sans radicaux ni ambiguïté de signe. Mais il est plus avantageux, au point de vue de l'interprétation des résultats, de considérer δ, X, Y, Z comme de petites quantités du premier ordre et de négliger dans l'expression des inconnues les termes d'ordre supérieur au second. On trouve ainsi, pour les distances Ee, E′e',

$$(1)\quad \left\{ \begin{aligned} \mathrm{E}e &= 2\varepsilon + \delta - 2\mathrm{Z} - \mathrm{X}^2\left(\sin 2\varepsilon + \frac{\sin 4\varepsilon}{4}\right) + \frac{\mathrm{Y}^2}{4}\sin 4\varepsilon - 2\mathrm{XY}\cos^2\varepsilon\cos 2\varepsilon, \\ \mathrm{E}'e' &= 2\varepsilon + \delta + 2\mathrm{Z} - \mathrm{X}^2\left(\sin 2\varepsilon + \frac{\sin 4\varepsilon}{4}\right) + \frac{\mathrm{Y}^2}{4}\sin 4\varepsilon + 2\mathrm{XY}\cos^2\varepsilon\cos 2\varepsilon. \end{aligned} \right.$$

» Il en résulte, pour la valeur D de la distance projetée sur le plan des étoiles,

$$(2)\qquad \mathrm{D} = ee' = \delta - 2\mathrm{X}^2\left(\sin 2\varepsilon + \frac{\sin 4\varepsilon}{4}\right) + \frac{\mathrm{Y}^2}{2}\sin 4\varepsilon.$$

» On trouve de même, pour les distances des images à la trace du plan des étoiles,

$$(3)\begin{cases} d = 2Y\sin^2\varepsilon - 2X\sin\varepsilon\cos\varepsilon + (\delta - 2Z)(Y\sin\varepsilon - X\cos\varepsilon)\cos\varepsilon, \\ d' = 2Y\sin^2\varepsilon + 2X\sin\varepsilon\cos\varepsilon + (\delta + 2Z)(Y\sin\varepsilon + X\cos\varepsilon)\cos\varepsilon. \end{cases}$$

» L'inspection de ces formules permet de répondre à toutes les questions que l'on peut se poser concernant la mesure des distances à l'aide du double miroir. Nous adopterons, pour les applications numériques, $\varepsilon = 22°30'$.

» De l'expression de D, il résulte que, si l'on oriente le fil du micromètre servant aux mesures perpendiculairement à la trace du plan des étoiles, l'erreur de calage Z, ne donnant lieu qu'à des termes du troisième ordre, n'aura aucun effet appréciable sur la distance projetée. Le terme en X^2 ne deviendra sensible que si l'erreur X commise sur l'orientation du prisme atteint $32'',2$. Le terme en Y^2 pourra être négligé tant que la distance Y de l'axe de figure au plan des étoiles ne dépassera pas $64'',2$.

» Or il est aisé de se convaincre qu'en appliquant le procédé d'orientation le plus convenable, on pourra toujours réduire X et Y à des valeurs moindres que les limites qui viennent de leur être assignées. Ce procédé repose sur la considération des déplacements imprimés aux deux images par un mouvement arbitraire du prisme autour de son axe de rotation.

» Si l'on supposait l'appareil rigoureusement orienté au début, et de plus l'axe de rotation du prisme en coïncidence avec l'axe de figure, l'effet du mouvement qui vient d'être indiqué sur les coordonnées s'obtiendrait en attribuant, dans les formules qui précèdent, à Y et Z la valeur o, et à X une valeur arbitraire quelconque. Dans ces conditions, on aura simplement

$$(4)\begin{cases} d = y = \quad 2X\sin\varepsilon\cos\varepsilon, & Ee - 2\varepsilon - \delta = x = -X^2\left(\sin 2\varepsilon + \frac{\sin 4\varepsilon}{4}\right), \\ d' = y' = -2X\sin\varepsilon\cos\varepsilon, & E'e' - 2\varepsilon - \delta = x' = -X^2\left(\sin 2\varepsilon + \frac{\sin 4\varepsilon}{4}\right). \end{cases}$$

» Si l'on élimine X, on voit que les images décrivent sensiblement deux paraboles ayant pour axe commun la ligne qui joint leurs positions primitives. Elles peuvent être représentées l'une et l'autre par l'équation $y^2 = \frac{2\sin 2\varepsilon}{(2+\cos 2\varepsilon)\sin 1''}x$. Ces paraboles ont une courbure très faible dans l'étendue du champ de la lunette. A une distance de l'axe égale à 30′ la flèche de la courbe atteint environ $45''$.

» Les équations (4) montrent aussi que, pour une valeur arbitraire donnée à X, x et x' sont du second ordre : les valeurs de y et y' sont du premier ordre et sensiblement égales et de signe contraire. Il suit de là que les deux paraboles sont décrites en sens opposé, et qu'au moment où X s'annule les deux images se trouvent simultanément au sommet des paraboles qu'elles décrivent : leur distance passe alors par un minimum. Les deux déplacements, à partir de cette position initiale, auront lieu suivant une perpendiculaire à la ligne primitive des images. Cette propriété est la base du procédé d'orientation que nous allons expliquer.

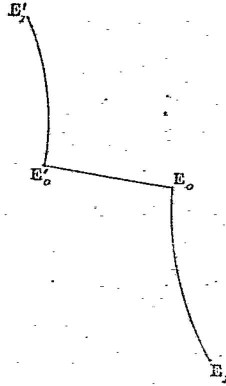
» En réalité, la coïncidence des axes de rotation et de figure n'aura pas lieu rigoureusement, comme nous l'avons supposé; mais l'apparence observée différera peu de celle qui vient d'être décrite.

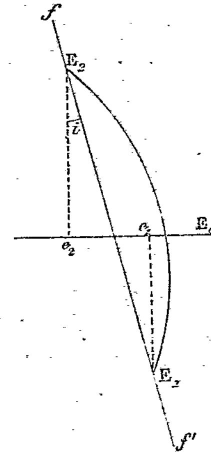
» Les axes des deux paraboles ne coïncident plus rigoureusement; mais on a toujours, pour l'expression du carré de la distance des images, $\Delta^2 = \delta^2 + 4X^2 \sin^2 2\varepsilon$, les termes négligés étant au moins du troisième ordre. Il est donc encore vrai de dire que la distance Δ passe par un minimum quand X s'annule. Réciproquement, si l'on amène à vue la distance des images à être un minimum, on sera assuré d'avoir réduit X à quelques secondes d'arc, et le prisme se trouvera, par conséquent, orienté avec toute l'exactitude nécessaire pour les mesures. Il reste seulement à s'affranchir de l'erreur Y et à obtenir une orientation correcte pour le micromètre. Voici comment on y parviendra :

» Par un mouvement de rotation donné au prisme, on amène la distance $E_0 E'_0$ des images à être sensiblement un minimum. Partant de cette position, on attribue au prisme deux nouveaux mouvements de rotation x et $-x$, égaux et de sens contraires : leur amplitude commune reste arbitraire, mais il est avantageux, pour la précision du résultat, de la prendre aussi grande que le permet l'oculaire dont on fait usage. Les images décrivent, dans le champ, deux arcs de parabole $E_0 E_1$, $E'_0 E'_1$ de concavités opposées (*fig.* 2). Les deux paraboles empiètent l'une sur l'autre si δ est positif, c'est-à-dire si la distance angulaire des étoiles excède le double de l'angle du prisme. Elles sont complètement séparées dans le cas contraire, ainsi qu'il résulte des formules (1).

» On peut évidemment orienter le fil mobile ff' du micromètre, de telle façon que l'une des images vienne le rejoindre aux deux extrémités de l'arc total $E_1 E_2$ qu'elle a décrit dans le double mouvement du prisme. On détermine ainsi la direction d'une corde de la parabole, le point milieu E_0 de l'arc correspondant à la position initiale, où X a une valeur très petite

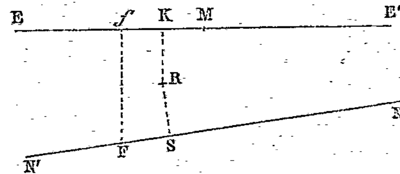
(*fig.* 3). Soient l la lecture correspondante du micromètre; l' la lecture donnée par l'opération analogue exécutée sur l'autre étoile. En amenant le cercle de position du micromètre à la moyenne $\frac{l+l'}{2}$ des lectures, on aura rendu le fil mobile perpendiculaire à la trace du plan des étoiles, et la





mesure de la distance effectuée dans ces conditions donnera la distance vraie δ, affectée uniquement de l'erreur $\frac{Y^2}{2}\sin 4\varepsilon$. Pour démontrer cette proposition, dans le cas général où l'on ne suppose pas les axes de rotation et de figure en coïncidence, il est nécessaire d'introduire deux paramètres propres à fixer la situation de l'axe autour duquel tourne le prisme.

» Soient (*fig.* 4) R la trace de cet axe sur la sphère céleste; M le point



milieu de l'arc de grand cercle EE', qui joint les deux étoiles; NN' la trace sur la sphère céleste du plan des normales; K et S les projections de R respectivement sur le plan des étoiles et des normales; F l'axe de figure; f sa projection sur le plan des étoiles. On posera, d'après ce qui précède,

$Mf = Z$, $fF = Y$, $fFN = 90° - X$. On aura de plus, pour les coordonnées de l'axe de figure, relativement à l'axe de rotation, $RS = r'$, $SF = r$, et, pour les coordonnées de l'axe de rotation par rapport au plan des étoiles, $MK = \rho$, $KR = \rho'$. Le théorème des projections donne, sans négliger aucun terme du second ordre,

$$Y = \rho' + r'\cos X + r\sin X, \qquad Z = \rho - r'\sin X + r\cos X.$$

» Le procédé d'orientation que nous venons d'expliquer revient à faire prendre successivement à X, à partir d'une valeur initiale X_0 très petite deux variations égales et de signes contraires $+x$ et $-x$. Entre ces deux limites, les variations correspondantes des éléments XYZ sont, au même degré d'approximation, $\Delta X = 2x$, $\Delta Y = 2rx$, $\Delta Z = -2r'x$. Les variations correspondantes de Ee et de d seront alors, d'après les équations (1) et (3),

$$\Delta Ee = e_1 e_2 = 4r'x - 4xY\cos^2\varepsilon\cos 2\varepsilon - 4X_0\left(\sin 2\varepsilon + \frac{\sin 4\varepsilon}{4}\right),$$
$$\Delta d = E_1 e_1 + E_2 e_2 = -4x\sin\varepsilon\cos\varepsilon + 4rx\sin^2\varepsilon - 2\delta x\cos^2\varepsilon.$$

» Dans cette dernière expression, nous négligerons le second ordre, ce qui est permis, puisque le procédé d'orientation, très suffisamment exact quand on a en vue la mesure des distances, n'est pas susceptible d'une précision absolue. On voit que la ligne E_1E_2, déterminée par le déplacement total de l'étoile E, s'écarte de la perpendiculaire au plan des étoiles d'un angle sensiblement égal à

$$i = \frac{Y\cos^2\varepsilon\cos 2\varepsilon - r' + X_0\left(\sin 2\varepsilon + \frac{\sin 4\varepsilon}{4}\right)}{\sin\varepsilon\cos\varepsilon}.$$

» Un calcul tout semblable montre que la ligne qui joint les positions extrêmes de l'étoile E' est inclinée sur la perpendiculaire au plan des étoiles, en sens opposé, d'un angle égal à

$$i' = \frac{Y\cos^2\varepsilon\cos 2\varepsilon - r' - X_0\left(\sin^2\varepsilon + \frac{\sin 4\varepsilon}{4}\right)}{\sin\varepsilon\cos\varepsilon}.$$

» Par conséquent, en appelant l_0 la lecture du micromètre qui répond à la direction perpendiculaire du plan des étoiles, on aura : $l = l_0 + i$,

$l' = l_0 - i'$, $l'_0 = \frac{l+l'}{2} - \frac{i-i'}{2}$, $\frac{l-l'}{2} = \frac{i+i'}{2}$ ou bien

$$l_0 = \frac{\frac{l+l'}{2} + X_0\left(\sin 2\varepsilon + \frac{\sin 4\varepsilon}{4}\right)}{\sin\varepsilon\cos\varepsilon}.$$

» On voit qu'en adoptant pour l'orientation du micromètre la moyenne des résultats donnés par les deux étoiles, on commettra une erreur du même ordre que l'erreur X_0, que l'on a laissé subsister sur l'orientation du prisme. Or on a nécessairement réduit X_0 à quelques secondes d'arc quand on a amené, à la simple vue, les images à se trouver à leur plus courte distance. Un tel écart n'a aucune importance quand il s'agit de l'orientation du micromètre, qu'il suffit de connaître à 0°,1 près, et qui, d'ailleurs, n'est pas susceptible d'être déterminée avec une exactitude plus grande. On peut aller plus loin et faire servir l'opération qui vient d'être décrite à déterminer la correction qui doit être appliquée aux mesures de distance quand elles ne sont pas effectuées rigoureusement sur la trace du plan des étoiles. On a, en effet, d'après ce qui précède, pour l'inclinaison mutuelle des cordes joignant les positions extrêmes des étoiles E, E' : $d_0 = \frac{l-l'}{2}\tang\varepsilon$.

» Pour amener le plan des normales à coïncider avec le plan des étoiles, il faudrait imprimer à la lunette, dans le sens perpendiculaire au plan de réflexion, un déplacement angulaire égal à Y. Si l'on a auparavant amené un fil du micromètre sur la ligne des deux images, le déplacement réel de ce fil sera aussi Y. Par l'effet du même mouvement, les images, ainsi que l'indiquent les formules (3), se transportent l'une et l'autre de la quantité d_0 ou $2Y\sin^2\varepsilon$. Leur déplacement apparent, par rapport au fil du micromètre, sera donc : $p = Y - d_0 = Y\cos 2\varepsilon$ ou encore $p = \frac{l-l'}{2}\tang\varepsilon$.

» La petite Table ci-jointe donne, avec $l-l'$ pour argument, les valeurs de p et de $\frac{(l-l')^2\tang^2\varepsilon}{4\cot\tang 2\varepsilon\sin 1''}$.

$l-l'$.	D − δ.	p.	$l-l'$.	D − δ.	p.
0°,0	0″,000	0′,00	0°,2	0″,108	2′,54
0,1	0,027	1,27	0,3	0,243	3,82

» On connaîtra ainsi dans le champ la situation de la ligne sur laquelle doivent s'effectuer les mesures si l'on veut qu'elles soient affranchies de toute correction. Il reste à déterminer de quel côté se trouve cette ligne par

rapport à la trace primitivement adoptée. Si la distance des étoiles dans le ciel surpasse 4ε, on a la disposition indiquée dans la *fig.* 5, et la direction où l'on doit effectuer le déplacement apparent des images, direction inverse de celle du déplacement de la lunette, est celle où convergent les lignes $E_1 E_2$, $E'_1 E'_2$ obtenues par une rotation arbitraire du double miroir.

Fig. 5.

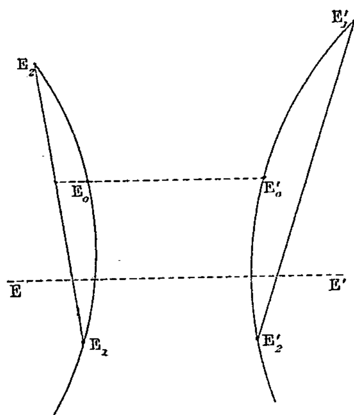
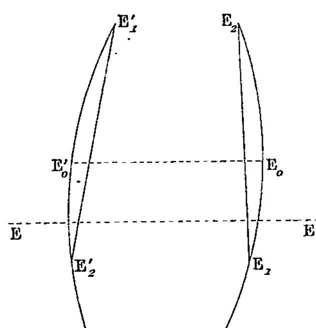


Fig. 6.



» Si la distance vraie des étoiles est inférieure à 4ε, les paraboles décrites par les deux étoiles ne se rencontrent plus. On a la disposition indiquée par la *fig.* 6. La direction où l'on doit effectuer le déplacement apparent des images est opposée à celle du point de convergence des lignes $E_0 E_1$, $E'_0 E'_1$. Dans tous les cas, si l'on a marché dans le sens voulu, la ligne des images se sera rapprochée de la trace EE' du plan des étoiles, et la différence des orientations se trouvera réduite. Avec quelques tâtonnements, on arrivera à rendre les orientations parallèles, et l'on se trouvera dès lors dans les conditions normales d'observation.

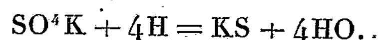
» On voit que le prisme ou double miroir constitue un instrument très précis et d'un emploi facile pour la mesure des distances. En dehors des recherches pour lesquelles il a été spécialement construit, il est appelé à rendre de grands services dans l'étude de toutes les causes qui peuvent affecter les situations relatives des étoiles. »

CHIMIE. — *Sur la réduction des sulfates alcalins par l'hydrogène et par le charbon;* par M. **Berthelot.**

« Les équations chimiques, telles qu'elles sont présentées dans les Cours et les Traités généraux, se bornent à exprimer la plupart du temps la transformation finale d'un système et ses produits les plus intéressants; mais elles ne traduisent que d'une manière éloignée l'action véritable et la suite réelle des mécanismes en vertu desquels celle-ci s'accomplit. J'en ai déjà fourni bien des exemples, et je vais en donner de nouvelles preuves, en analysant par expériences la réduction des sulfates alcalins au moyen de l'hydrogène et du charbon, réduction qui joue, comme on sait, un rôle considérable dans la fabrication de la soude artificielle. Je commencerai par l'hydrogène, lequel agit directement.

I. — *Action de l'hydrogène sur les sulfates alcalins.*

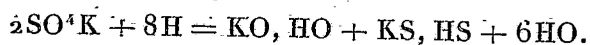
» 1. On sait que l'hydrogène réduit vers le rouge les sulfates alcalins, avec formation de sulfure et d'eau; ce que l'on exprime par la formule



$$SO^4K + 4H = KS + 4HO.$$

» J'ai reconnu que cette formule n'est pas exacte; car il se dégage toujours de l'hydrogène sulfuré, en même temps que l'eau, et le produit final contient de l'alcali caustique.

» La réaction véritable qui explique les phénomènes, leur développement initial et leurs phases successives, est la suivante :



$$2SO^4K + 8H = KO, HO + KS, HS + 6HO.$$

En d'autres termes, au début, il se forme à la fois un sulfhydrate de sulfure et un hydrate alcalin : le produit fixe formé tout d'abord contenant de l'hydrogène; tandis que, d'après l'ancienne équation, il devrait en être exempt.

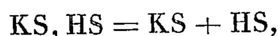
» Cette réaction primitive, conformément aux principes généraux de la Mécanique chimique, est exothermique; car elle dégage (l'eau étant gazeuse et les autres corps supposés solides) :

$$-(171,1\times2=)342^{Cal},2+(104,3+62,9+59,2\times3=)344^{Cal},8=+2^{Cal},6.$$

» 2. La transformation du sulfate de soude par l'hydrogène s'opère de la même manière et dégage $+9^{Cal},3$.

» Ajoutons enfin que la réaction de l'hydrogène sur les sulfates alcalins se développe à une température inférieure à celle du ramollissement du verre et voisine de 500°.

» 3. Mais à cette température, et sous l'influence des énergies calorifiques *étrangères au système*, le sulfhydrate de sulfure se dissocie en partie,



$$KS, HS = KS + HS,$$

en absorbant $-9^{Cal},5$ par molécule de KHS^2.

» Le dégagement du gaz sulfhydrique est activé par le courant de vapeur d'eau produite et d'hydrogène excédant, et il est facile à constater par les procédés ordinaires.

» 4. Une portion seulement de l'acide sulfhydrique, engendré par la dissociation, se dégage ainsi; une autre portion réagissant sur l'hydrate de potasse pour régénérer du sulfhydrate de sulfure, suivant une réaction connue



$$KO, HO + 2HS = KS, HS + 2HO,$$

avec dégagement de $+12^{Cal},8$.

» 5. Le sulfhydrate continuant à se dissocier, cette réaction tendrait à changer finalement tout le métal alcalin en sulfure, si une partie de l'acide sulfhydrique n'avait pas été entraînée avant d'avoir eu le temps d'agir. Cette portion même est accrue, en raison de la circonstance suivante : le sulfure alcalin proprement dit est décomposé, d'autre part, par la vapeur d'eau, en reproduisant un hydrate alcalin et un sulfhydrate de sulfure, conformément à la réaction



$$2KS + 2HO = KS, HS + KO, HO,$$

laquelle donne lieu à un dégagement de $+5^{Cal},8$.

» 6. Entre ces réactions diverses, il se produit un certain équilibre : déterminé, comme toujours, par la présence d'un composé dissocié, le sulfhydrate de sulfure, et réglé, suivant les principes généraux de la Thermochimie, à la fois par la tendance des corps présents à réagir avec un dégagement de chaleur, dû à leurs énergies intérieures, et par la dissociation du sulfhydrate, laquelle absorbe la chaleur fournie par les énergies extérieures.

» 7. Cependant, le courant d'hydrogène entraîne à mesure l'eau produite et l'acide sulfhydrique résultant de la dissociation, jusqu'à ce que le

sulfate alcalin soit entièrement décomposé et le sulfhydrate de sulfure complètement dissocié. A ce moment, le dégagement de la vapeur d'eau et celui de l'acide sulfhydrique doivent cesser : c'est en effet ce que montre l'expérience.

» 8. L'état final est nécessairement un mélange de sulfure alcalin et d'hydrate de potasse, dont les proportions relatives dépendent des conditions qui ont présidé au contact plus ou moins prolongé de la vapeur d'eau et de l'acide sulfhydrique sur les matières.

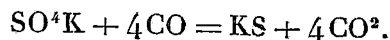
» 9. Pour rendre compte de tous les phénomènes, il convient de dire encore quelques mots du polysulfure de potassium rouge, que renferment les produits. Ce polysulfure résulte de la dissociation de l'acide sulfhydrique, lequel est décomposé en partie par la chaleur en soufre et hydrogène, dans les conditions des expériences. La formation du soufre libre est facile à constater; car il se condense en nature dans la partie supérieure des vases et à l'entrée des tubes par où se dégage la vapeur d'eau. Une autre portion de ce soufre est retenue par le sulfure de potassium, auquel il s'unit avec dégagement de chaleur (¹), en formant un polysulfure. Le sulfure de potassium ayant une tension de vapeur sensible, dès le rouge sombre, il s'en sublime même quelque trace, qui forme, en s'unissant à l'excès de soufre, un anneau rougeâtre à une certaine distance de la masse principale.

» On voit par cette analyse expérimentale quels sont les circonstances des observations et le mécanisme des phénomènes développés pendant la réduction des sulfates alcalins par l'hydrogène et comment ces phénomènes sont en conformité parfaite avec les théories thermochimiques.

II. — *Action du charbon sur les sulfates alcalins.*

» 1. Pour concevoir cette réaction, il convient de parler d'abord de celle qu'exerce l'*oxyde de carbone;* car la première s'y ramène.

» Entre l'oxyde de carbone, employé en excès, et le sulfate de potasse, la réaction est des plus simples : il se produit du sulfure de potassium et de l'acide carbonique



$$SO^4K + 4CO = KS + 4CO^2.$$

» Cette réaction dégage une quantité de chaleur très notable

$$-(171,1 + 13 \times 4 =)223,1 + (51,1 + 47,15 \times 4 =)239,7, \text{ soit } + 16^{\text{Cal}},6.$$

(¹) $+ 6^{\text{Cal}},2$ pour $S + KS^3$.

» Avec le sulfate de soude et l'oxyde de carbone, on a la même réaction, et elle dégage : $+17^{Cal},6$.

» Mais ces réactions ne se développent qu'à une température beaucoup plus élevée que celle de l'hydrogène et qui atteint le rouge vif. Je n'ai pas réussi à les produire dans le verre, à cause de la fusion des vases.

» Dans un tube de porcelaine, le sulfate de soude, soit pur, soit mélangé de charbon calciné, et contenu dans une nacelle [1], commence à se décomposer, sous l'influence d'un courant d'oxyde de carbone, à une température un peu supérieure à celle de la fusion du verre, en dégageant de l'acide carbonique. La réaction est lente à cette température. Si l'on porte le tube au rouge vif, elle s'accélère. Au bout d'une heure, elle était complète, dans les conditions où j'opérais. Le sulfate de potasse, traité de la même manière par l'oxyde de carbone, soit seul, soit en présence du charbon calciné, résiste un peu davantage; il se décompose pourtant de même. Au bout d'une heure, il subsistait une dose notable de sulfate. Une partie du sulfure alcalin se volatilise et est entraînée dans le courant gazeux.

» 2. Venons à la *réaction du charbon sur les sulfates alcalins*, opérée avec des matériaux parfaitement secs et avec du charbon lavé aux acides, puis privé d'hydrogène par une calcination énergique. Cette réaction ainsi exécutée n'a pas lieu dans des vases de verre; aucun indice de dégagement gazeux ni de formation de sulfure n'ayant pu y être saisi, soit avec le sulfate mêlé de charbon, soit avec ce mélange additionné de carbonate de chaux sec. La réaction ne se développe, avec le charbon purifié, qu'à une température plus élevée et à peu près dans les mêmes conditions qu'avec l'oxyde de carbone, lorsqu'on opère dans des vases renfermant de l'air.

» Les produits sont d'ailleurs les mêmes; c'est-à-dire que le charbon en présence des sulfates, s'il n'est pas en grand excès, engendre surtout de l'acide carbonique, conformément aux observations de Unger et des autres chimistes. La même chose arrive aussi avec l'oxyde de carbone : ce qui explique pourquoi ce dernier n'apparaît guère dans les gaz formés par l'action du charbon ordinaire sur les sulfates alcalins; il ne saurait y subsister, à moins d'être entraîné à mesure.

» 3. Il m'a paru utile de répéter la réaction dans une atmosphère d'azote pur et sec, l'oxygène étant éliminé aussi complètement que possible par

---

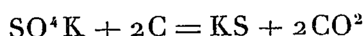
(1) L'opération a été faite des deux manières; la seconde ayant été choisie, comme plus rapprochée des conditions de fabrication de la soude artificielle.

un courant préliminaire d'azote, prolongé pendant la première période de l'échauffement. J'opérais dans un tube de porcelaine, renfermant des nacelles chargées avec un mélange de charbon calciné et de sulfate alcalin anhydre, et chauffé aussi fortement que possible sur une rampe de becs de gaz. Dans ces conditions, la réduction des sulfates alcalins par le charbon est bien plus difficile que si l'on opère en présence d'un gaz carboné, tel que l'oxyde de carbone. Vers la température de la fusion du verre, dans les conditions où l'oxyde de carbone commence à produire un dégagement lent d'acide carbonique, les sulfates alcalins demeurent sans action sur le charbon. En élevant la température jusqu'au rouge vif, le sulfate de potasse n'a éprouvé, en une heure, qu'une trace de décomposition, et seulement au contact du vernis de la capsule de porcelaine, c'est-à-dire sous l'influence des silicates alcalins, qui ont éprouvé simultanément une altération profonde. Le sulfate de soude, après être demeuré près d'une demi-heure vers la même température sans réagir, a commencé à dégager lentement des gaz, mélange de 2 volumes d'acide carbonique et de 1 volume d'oxyde de carbone; au bout d'une heure, il n'y en avait pas plus d'un dixième de changé en sulfure : réaction lente attribuable soit à la formation d'une première trace d'oxyde de carbone, sous l'influence des silicates alcalins, également altérés dans cet essai, soit à un commencement de dissociation du sulfate de soude, accompli sous l'influence de la haute température de l'expérience. Si l'on élève davantage encore la température, la réaction s'accentue, surtout avec le sulfate de soude, qui est décidément plus altérable que le sulfate de potasse dans ces circonstances; probablement parce qu'il se dissocie plus aisément, en raison de sa moindre chaleur de formation.

» 4. La réaction industrielle, exécutée avec le charbon ordinaire et en présence de l'air, présente un tout autre caractère que les précédentes; mais elle s'exerce précisément dans les mêmes conditions que celle de l'oxyde de carbone : ce qui autorise à penser qu'elle n'en est pas distincte. En fait, il existe toujours, au premier moment de la réduction, quelque peu d'oxyde de carbone dans le système : cette trace étant produite soit par l'oxygène de l'air contenu dans les vases, soit par l'oxygène combiné au charbon, sinon par celui que fournissent les oxydes et alcalis des vases. Or la moindre trace d'oxyde de carbone suffit pour commencer la réaction et pour la propager, cet oxyde de carbone se multipliant indéfiniment par le cours même de la transformation. En effet, chaque équivalent

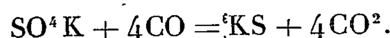
d'oxyde de carbone mis en jeu produit, comme il vient d'être dit, 1 équivalent d'acide carbonique; celui-ci, en présence du charbon en excès, tend à produire 2 équivalents d'oxyde de carbone, $CO^2 + C = 2CO$, suivant une réaction bien connue et dont le mécanisme se rattache à la dissociation ([1]), la chaleur absorbée étant empruntée aux énergies étrangères d'ordre calorifique. Ces 2 équivalents d'oxyde de carbone réagissent aussitôt sur le sulfate alcalin pour reproduire 2 équivalents d'acide carbonique, qui donnent à leur tour avec le charbon 4 équivalents d'oxyde de carbone, et ainsi de suite; la dose du gaz réducteur croissant suivant une progression indéfinie.

» La réaction schématique



$$SO^4K + 2C = KS + 2CO^2$$

exprime donc uniquement l'état final, mais non l'origine et la suite de la transformation, laquelle se rattache à l'oxyde de carbone et répond en réalité à l'équation suivante :



$$SO^4K + 4CO = KS + 4CO^2.$$

» Ainsi le carbone ne paraît pas exercer dans la réduction industrielle des sulfates d'action directe, pas plus que ne le fait en général, en Chimie, cet élément; ce qui paraît attribuable à son caractère exceptionnel de corps polymérisé.

» Pour réagir d'une façon régulière sur les sulfates alcalins, aussi bien que sur les oxydes métalliques, dans la cémentation par exemple, il faut que le carbone perde d'abord son état de condensation, en repassant par l'état d'un composé normal, renfermant un seul atome de carbone, tel que l'oxyde de carbone, à partir duquel les réactions se développent avec la même netteté typique qu'avec l'hydrogène.

» 5. Dans les conditions actuelles de la fabrication de la soude artificielle, la réduction du sulfate de soude est une conséquence des deux réactions fondamentales que je viens de développer; particulièrement lorsqu'elle est effectuée au moyen des fours tournants, sous l'influence de la flamme, dont les gaz sont produits au moyen de la houille, et par consé-

---

([1]) *Essai de Mécanique chimique*, t. II, p. 453.

quent riches à la fois en hydrogène, en carbures d'hydrogène et en oxyde de carbone; dans ces conditions, dis-je, la réduction du sulfate de soude se ramène très nettement à la réaction exothermique de l'oxyde de carbone et à celle de l'hydrogène. L'hydrogène agit même à une température plus basse, et, lui aussi, tend à se reproduire sans cesse aux dépens du charbon, présent en excès, et de la vapeur d'eau, développée par la réaction. Tous ces phénomènes tirent une nouvelle lumière des interprétations de la Thermochimie. De même que la plupart des réactions pyrogénées, ils résultent du concours de deux ordres de mécanismes, dans lesquels interviennent, d'un côté, les énergies intérieures des systèmes, conformément au principe du travail maximum, et, d'un autre côté, les énergies extérieures et calorifiques, conformément au principe de la dissociation. »

PATHOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Note de M.* **Bouchard** *accompagnant la présentation d'un Ouvrage qu'il vient de publier sur les « Actions des produits sécrétés par les microbes pathogènes ».*

« J'ai l'honneur de déposer sur le bureau de l'Académie des résumés d'expériences qui établissent, 1° que si l'on injecte à un animal sain les produits solubles d'un microbe pathogène, on produit chez lui un état du sang qui est bactéricide pour ce microbe et qui ne tient pas à la présence de ces produits solubles : car l'état microbicide, nul quand ces produits existent au maximum, augmente à mesure que les produits injectés s'éliminent par les urines et persiste longtemps après que l'élimination est complète. Mes expériences établissent que, 2° les microbes pathogènes sécrètent certaines substances qui, introduites dans la circulation générale, rendent impossible la diapédèse des globules blancs et, par conséquent, le phagocytisme. »

PALÉONTOLOGIE. — *Sur les Hippopotames fossiles de l'Algérie;* par M. **A. Pomel.**

« Les recherches auxquelles je me livre depuis longtemps pour reconstituer les faunes de Vertébrés fossiles de l'Algérie m'ont fourni quelques

résultats intéressants, que je me propose de communiquer à l'Académie dans une série de Notes monographiques, dont le développement fera plus tard l'objet de publications iconographiques. La présente Note est relative au genre *Hippopotame,* qui a laissé des débris dans des dépôts appartenant à plusieurs horizons des formations quaternaires.

» *Hippopotamus hipponensis* Gaudry est l'espèce la plus ancienne; elle a fait, en 1876, l'objet d'une Communication de M. Gaudry à la Société géologique de France. Sa détermination reposait sur des dents isolées découvertes près de Duvivier, au sud de Bône, dans un terrain d'atterrissement considéré par M. Papier comme d'âge pliocène, que j'estimai alors comme plus probablement quaternaire. La présence en ce point de trois paires d'incisives inférieures donna lieu de penser que ces dents avaient toutes appartenu au même individu et que cet animal avait représenté en Afrique le type des espèces fossiles indiennes désignées sous le nom de *Hexaprotodon.*

» Je crois devoir rapporter à la même espèce des ossements remis au Service géologique algérien par M. Reuss, ingénieur des Ponts et Chaussées, et recueillis par M. Bernard, conducteur, dans les tranchées de la route de Saint-Arnaud à Beni-Fouda, ouvertes dans des couches quaternaires anciennes ou pléistocènes. La pièce la plus intéressante, quoique bien mutilée, est un fragment de mandibule qui montre la formule des incisives et canines. Un fragment de canine, conservé dans son alvéole, indique un plus grand diamètre de 55^{mm}; sa surface extérieure est simplement striée sans sillons; l'intérieure paraît vaguement cannelée sur la section de son émail. Il n'y a que deux alvéoles d'incisives pour un côté; l'alvéole extérieure a un diamètre de 18^{mm} et est circulaire, l'intérieure est elliptique et a 20^{mm} sur 25^{mm} de diamètre. L'extérieure est à 25^{mm} de la canine et à 20^{mm} de l'intérieure qui, elle-même, est séparée de son homologue opposée de 40^{mm}, et, dans ce grand intervalle, il n'y a aucune trace d'autre alvéole. Il me paraît difficile de douter que cet os ait appartenu à l'*Hippopotamus hipponensis;* l'ornement de la canine, les proportions des incisives, leurs dimensions, l'identité d'âge du gisement, tout concourt à l'affirmer. Les dents étudiées par M. Gaudry, quoique trouvées ensemble, ont dû appartenir à différents sujets. L'animal de la Seybouse et de Saint-Arnaud appartient certainement au type *Tetraprotodon,* c'est-à-dire à celui de l'espèce africaine typique. Il n'en constitue pas moins une espèce légitime, nettement caractérisée par les ornements de la canine, le peu de développement

et de différence de taille des incisives des deux paires et les grands intervalles qui les séparent.

» *Hippopotamus species* (?). — Il est indiqué par une canine inférieure de taille peu différente de celle de *Hippopotamus amphibius*, trouvée dans une fente ossifère des mines de Beni-Saf avec d'autres débris de chevaux, bœufs et antilopes. Cette dent, large de 70^{mm}, est cannelée d'une façon serrée et régulière (trois cannelures par centimètre), les côtes égalant les sillons et cela aussi bien sur la surface interne, qui ne montre aucune lacune, que sur la surface externe. La marge extérieure de la surface interne montre faiblement la disposition en chevron des nouvelles côtes; la partie supérieure non émaillée est trop altérée pour montrer son ornementation. Toutes ces cannelures se reproduisent sous l'émail sur les couches d'ivoire. C'est la seule pièce trouvée dans le gisement, dont l'âge reste très incertain.

» Toutefois on peut remarquer que ce gisement renferme d'autres espèces, dont une au moins, très caractérisée du groupe des Gazelles, a été retrouvée dans la grotte aujourd'hui disparue de la pointe Pescade, près d'Alger, et celle-ci paraît avoir eu des relations d'âge avec d'anciennes plages marines émergées, dans lesquelles on recueille assez souvent des molaires d'un Éléphant qui ne paraît pas différer de *E. mnaidriensis* Adam de l'île de Malte. D'un autre côté, entre Gouraya et Villebourg, des fentes osseuses renfermant des dents de ce même Éléphant ont fourni aux recherches de M. Durieux une mandibule d'un jeune Hippopotame, dont la dernière molaire de lait et la première molaire vraie ne présentent aucune particularité remarquable de structure, mais indiquent une taille qui le rapprochait plus de l'espèce vivante, et de celle dont il sera question dans la suite de cette Note, que de la race ou espèce *H. Pentlandi* de la même île de Malte. Il y a donc quelque probabilité que le gisement de Beni-Saf appartient à l'horizon stratigraphique des plages émergées qui suit immédiatement le pléistocène. J'ai la persuasion que cette canine indique une espèce nouvelle, mais je reconnais qu'il faudrait d'autres documents pour la caractériser et lui imposer une désignation quelconque.

» *Hippopotamus sirensis.* — Je m'étais abstenu jusqu'à présent de donner un nom à ce fossile, me contentant de le signaler comme rappelant, par la grosseur de ses canines, l'*Hippopotamus major*. Je suis maintenant en possession de nouvelles pièces qui me permettent de le caractériser spécifiquement. Les canines inférieures sont remarquables par la profondeur et la largeur de la grande gouttière lisse qui règne sur le milieu de leur face in-

terne. Le reste de cette surface est parcouru par un petit nombre de cannelures à fond plat finement strié, le plus souvent peu marquées, si ce n'est sur les dents les plus âgées; la surface externe est également très faiblement cannelée sur sa partie émaillée. Ces caractères sont très constants sur les nombreuses dents qui sont connues actuellement. Ces dents peuvent acquérir une très grande taille, allant jusqu'à 90^{mm} de plus grand diamètre et 700^{mm} de longueur en suivant leur pourtour extérieur. L'incisive interne est une grosse dent conique, superficiellement cannelée, dont la grosseur à la base peut atteindre 60^{mm} avec une longueur de près de 300^{mm}. La fréquence de ces dents dans le gisement, hors de proportion avec les autres pièces du squelette, semble indiquer qu'elles y étaient collectionnées par les hommes de l'époque pour servir d'armes et d'outils. Leur gisement constitue en effet une station préhistorique située dans la plaine d'Eghis sous Mascara, dans laquelle on trouve aussi des outils en grès du type chelléen, mêlés à des éclats de silex du type moustiérien, ainsi qu'une assez grande quantité de débris d'autres Vertébrés, sur lesquels j'ai publié diverses Notes.

» La pièce la plus caractéristique est un fragment de mandibule qui montre en place la canine et les deux incisives. La première de ces dents a 50^{mm} de plus grande largeur et indique un sujet adulte, quoique jeune. L'incisive externe, très courte, a 15^{mm} d'épaisseur et est séparée de la canine par un intervalle de 20^{mm}, intervalle qui est de 35^{mm} dans les *Hippopotamus amphibius* et *major*. Sa pointe est revêtue d'une couche d'émail prolongée en lobe arrondi sur les deux côtés, du reste comme dans *H. amphibius* et *hipponensis*, mais persistant bien plus longtemps que dans celui-là. L'incisive interne n'est séparée de la précédente que par une mince cloison alvéolaire; elle a, vers ce point, une épaisseur de 40^{mm} et s'atténue en longue pointe usée en biseau irrégulier. Une autre pièce d'un sujet de même taille, peut-être le même, portant l'incisive droite, indique un intervalle de 15^{mm} entre ces dents; c'est un peu comme dans *H. major*, mais moitié seulement de ce qui existe dans les diverses races de *H. amphibius*.

» Ce qui frappe dans cette disposition, c'est une sorte de concentration dans la partie terminale du système dentaire par le rapprochement des diverses dents, au contraire de ce qui a lieu chez *H. hipponensis*, et un développement plus considérable des incisives internes au contraire des externes sensiblement diminuées. Notre fossile avait le museau moins étalé que son congénère actuel; le bord incisif alvéolaire avait une étendue de

140^{mm}, au lieu de 160^{mm}, *H. major* ayant 180^{mm}. La largeur de la mâchoire, prise du bord alvéolaire d'une canine à l'autre, n'était que de 250^{mm} au lieu de 310^{mm} et de 373^{mm} que montrent les deux espèces comparées.

» Chez les Hippopotames, c'est cette partie antérieure du système dentaire qui paraît devoir fournir les meilleurs caractères de la différenciation, caractères qui se sérient depuis les espèces à trois paires d'incisives subégales jusqu'à celles qui n'en ont plus qu'une. Quel que soit le point de vue doctrinal auquel on se place au sujet de l'origine des espèces, il m'a semblé qu'on ne pouvait se dispenser de distinguer ce type dans la série comme espèce ou comme stade particulier d'évolution. Les os du squelette indiquent des proportions assez voisines de celles des grands Hippopotames vivants. Le nom est tiré du *Flumen Sira* des Romains, qui est l'Habra oued el Hamman des modernes, dans le bassin duquel se trouve le gisement.

» *Hippopotamus amphibius* (?). — J'inscris provisoirement sous ce nom des fragments de canine trouvés en compagnie de débris du *Bos* (*Bubalus*) *antiquus* Duvernoy, dans des alluvions récentes qui contiennent également, dans d'autres gisements voisins, des ossements de l'*Elephas africanus*. On ne saurait y trouver les éléments d'une détermination spécifique, et c'est seulement d'après cette association qu'on les a inscrits sous le nom de l'espèce vivante, afin de pouvoir signaler la présence d'un animal de ce genre en Algérie à la même époque.

» En résumé, le genre Hippopotame a été représenté en Algérie aux différentes phases de la période quaternaire, et ses types s'y sont succédé dans l'ordre où ils ont été décrits dans cette Note. Sur quatre espèces, deux sont certainement spéciales, une troisième l'est probablement aussi; la dernière est encore presque inconnue. »

M. Mascart présente à l'Académie les *Comptes rendus* du Congrès international des Électriciens et s'exprime comme il suit :

« J'ai l'honneur de présenter à l'Académie un Volume renfermant les *Comptes rendus* du Congrès international des Électriciens, tenu l'année dernière à Paris à l'occasion de l'Exposition universelle. Cette réunion comptait 450 membres appartenant à plus de 25 nationalités différentes. Le Congrès a pris quelques résolutions d'intérêt général que j'ai communiquées déjà à l'Académie. Le Volume actuel contient des Rapports préliminaires sur les questions les plus importantes par les savants les plus autorisés, les Procès-Verbaux détaillés des séances et plusieurs Mémoires

spéciaux d'un grand intérêt; il a été publié par les soins de M. Joubert, Rapporteur général du Congrès. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. G. Lion soumet au jugement de l'Académie un Mémoire ayant pour titre : « Détermination de divers modes d'entraînement propres à réaliser d'une façon automatique, apériodique et continue, l'indication de la vitesse absolue d'un mouvement ou sa régulation à une valeur donnée et l'intégration d'une fonction d'une seule variable indépendante entre deux limites de cette variable (intégrateurs, planimètres, etc.) ».

(Commissaires : MM. Resal, Maurice Lévy, Marcel Deprez.)

CORRESPONDANCE.

M. le Secrétaire perpétuel signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Un Volume de Notes et Mémoires présentés à la Conférence de Mathématiques de l'Université de Stockholm et publiés par M. *G. Mittag-Leffler* (Hommage offert à l'Université de Montpellier à l'occasion de son sixième centenaire);

2° Une Brochure de M. *W. de Nordling*, ayant pour titre : « L'unification des heures », Communication adressée à la Société de Géographie le 21 février 1890.

M. Chambrelent prie l'Académie de vouloir bien le comprendre parmi les candidats à la place devenue vacante dans la Section d'Économie rurale par suite du décès de M. *Peligot*.

(Renvoi à la Section d'Économie rurale.)

M. **Bouquet de la Grye** fait hommage à l'Académie, pour la Bibliothèque de l'Institut, des Cartes publiées pendant le mois de mai 1890 par le Service hydrographique de la Marine :

4333. Cours de la Charente.
4342. Port de Québec (Canada).
4369. Ports dans les baies de Van Fong et de Vung-Rô (Annam).
4382. Ports et mouillages à l'entrée du Firth of Clyde (Côte ouest d'Écosse).
4383. Mouillages de Flateyre et de Bildal (Islande).
4384. Baie de Penzance (côte sud d'Angleterre).
4387. Embouchure de la Guadiana (côte sud-ouest d'Espagne).
4389. Ports et mouillages sur les côtes ouest de l'Amérique centrale.
4407. (Autographie). Embouchure du Zambèze et rivière Inhamissengo (côte orientale d'Afrique).

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète Brooks* (19 *mars* 1890), *faites à l'équatorial Brunner de l'observatoire de Toulouse;* par M. **E. Cosserat.** Communiquées par M. Tisserand.

Dates 1890.	Étoiles de comparaison.	Gr.	☄ — ⋆. Æ.	☄ — ⋆. Décl.	Nombre de comp.
			m s	′ ″	
Avril 28....	*a* 3973 BD + 27°	9,4	+0.27,53	— 7.51,7	10:10
Mai 5....	*b* 4114 BD + 33	9	—0.27,93	— 2. 9,4	6:6
7....	*c* 4322 BD + 35	9,5	+0.27,59	—10.33,9	12:10
7....	*d* 4330 BD + 35	9	—0. 4,59	— 7.21,8	12:12
7....	*e* 4324 BD + 35	9,5	+0. 8,57	— 9.18,7	12:12
7....	*c* 4322 BD + 35	9,5	+0.24,77	— 8.50,3	12:12
14....	*f* 3855 BD + 41	8	+0.18,16	— 7.51,5	12:12
14....	*g* 3856 BD + 41	6	+0. 9,17	+10.15,4	12:12
14....	*f* 3855 BD + 41	8	+0.12,84	— 5.38,7	12:12

Positions des étoiles.

Dates 1890.	Étoiles.	Asc. droite moy. 1890,0.	Réduction au jour.	Déclinaison moy. 1890,0.	Réduction au jour.	Autorités.
		h m s	s	° ′ ″	″	
Avril 28......	*a*	21. 1.59,25	—0,23	27.47.44,5	—15,8	Rapp. à 3970 BD + 22°
Mai 5......	*b*	20.54.45,72	+0,04	33.27.55,5	—16,4	1687 W_2 H. 20
7......	*c*	20.51.19,55	+0,14	35.14.55,2	—16,5	BD
7......	*d*	20.51.51,15	+0,13	35.12.28,4	—16,5	1610 IV_2 H. 20
7......	*e*	20.51.36,37	+0,14	35.14.57,9	—16,5	BD
7......	*c*	20.51.19,55	+0,14	35.14.55,2	—16,5	BD
14......	*f*	20.37.49,90	+0,50	41.36.55,5	—16,6	BD
14......	*g*	20.37.57,89	+0,50	41.19.22,4	—16,6	3258 Groombridge
14......	*f*	20.37.49,90	+0,50	41.36.55,5	—16,6	BD

Positions apparentes de la comète.

Dates 1890.	Temps moyen de Toulouse.	Asc. droite apparente.	Log. fact. parall.	Déclinaison apparente.	Log. fact. parall.
	h m s	h m s		° ′ ″	
Avril 28	12.49.48	21. 2.26,55	$\bar{1},683_n$	27.39.37,0	0,714
Mai 5	14.20.32	20.54.17,83	$\bar{1},617_n$	33.25.29,7	0,490
7	11.47.10	20.51.47,28	$\bar{1},718_n$	35. 4. 4,8	0,698
7	12. 3.27	20.51.46,69	$\bar{1},717_n$	35. 4.50,1	0,675
7	12.18.36	20.51.45,08	$\bar{1},715_n$	35. 5.22,7	0,652
7	12.32.21	20.51.44,46	$\bar{1},711_n$	35. 5.48,4	0,630
14	10.35. 1	20.38. 8,56	$\bar{1},752_n$	41.28.47,4	0,712
14	10.48.39	20.38. 7,56	$\bar{1},755_n$	41.29.21,2	0,690
14	11.29.52	20.38. 3,24	$\bar{1},756_n$	41.31. 0,2	0,616

» L'étoile de comparaison *a*, du 28 avril, a été rapportée à

3970 BD + 22° = 40934 Lal.;

au moyen de l'équatorial, j'ai obtenu :

$\star a - \star$ 3970 BD + 22°, Æ : $+0^m 23^s,80$, Déclin. : $-10'37'',9$ par 6:6 comp.

» On a adopté pour déterminer 40934 Lal. la position moyenne suivante pour 1881,0, déduite des observations méridiennes faites à l'observatoire de Paris :

Æ : 1881,0 = $21^h 1^m 12^s,28$, Déclin. : 1881,0 = $27°56'14'',0$.

» L'observation du 28 avril a été faite avec le micromètre à étoiles doubles et l'éclairage brillant sur fond obscur. On a employé dans les observations suivantes le micromètre à comètes muni de fils de platine d'environ 10″ de diamètre. »

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Sur la courbe représentative des phénomènes de diffraction.* Note de M. **Ernest Cesaro**, présentée par M. Poincaré.

« La courbe employée par M. Cornu dans son ingénieuse *méthode pour la discussion des problèmes de diffraction* (*Journal de Physique*, p. 9; 1874), a été signalée sous le nom de *clothoïde*, comme offrant assez d'intérêt par elle-même, dans les *Nouvelles Annales de Mathématiques* (p. 512; 1886). Une de ses propriétés les plus curieuses est, à coup sûr, la suivante : *le barycentre d'un arc quelconque est un centre de similitude des cercles oscula-*

teurs aux extrémités de l'arc. Il faut prendre le centre intérieur ou le centre extérieur, suivant que l'arc contient ou non le point d'inflexion. En particulier, tout arc aboutissant à un point asymptotique a son barycentre en ce point, et tout arc issu du point d'inflexion a son barycentre sur la circonférence osculatrice à l'autre extrémité. Mais cela n'a point d'utilité pour la théorie de la diffraction, et nous voulons plutôt nous attacher à montrer, ici, que certaines transformations, effectuées par M. Poincaré dans son *Cours* sur la *théorie mathématique de la lumière*, peuvent être obtenues par d'autres considérations, qui nous paraissent fournir un procédé général pour traiter toute question du même genre. Rappelons d'abord que la courbe de M. Cornu est définie en coordonnées cartésiennes par les intégrales de Fresnel

$$x = \int_0^v \cos\frac{\pi v^2}{2}\,dv, \qquad y = \int_0^v \sin\frac{\pi v^2}{2}\,dv,$$

et en coordonnées intrinsèques par les égalités

$$s = v, \qquad \rho = \frac{1}{\pi v}.$$

» Soit

$$\zeta(v_1, v_2) = R(v_1, v_2)\,e^{i\theta(v_1, v_2)}$$

l'affixe du point v_2 lorsqu'on prend pour axes la tangente et la normale au point v_1. Il est clair que $R(v_2, v_1)$ ne diffère pas de $R(v_1, v_2)$, et que l'angle des tangentes extrêmes

$$\vartheta = \int_{v_1}^{v_2} \frac{ds}{\rho} = \frac{\pi}{2}(v_2^2 - v_1^2)$$

est le supplément de $\theta(v_2, v_1) - \theta(v_1, v_2)$. Il en résulte que la transposition $(v_1 v_2)$ dans $e^{\frac{i\pi}{2}v^2}\zeta$ ne produit qu'un changement de signe. Il est donc naturel de poser

$$(1) \qquad e^{\frac{i\pi}{2}v_1^2}\zeta(v_1, v_2) = \int_0^\infty [f(v_1, w) - f(v_2, w)]\,dw.$$

» Il faut tâcher ensuite de déterminer la fonction f. C'est à quoi l'on parvient aisément, en remarquant que l'on a

$$(2) \qquad \frac{\partial}{\partial v_2}\zeta(v_1, v_2) = e^{i\vartheta}, \qquad \frac{\partial}{\partial v_1}\zeta(v_2, v_1) = e^{-i\vartheta}.$$

» En effet, si l'on différentie (1) par rapport à v_2, on obtient

$$e^{\frac{i\pi}{2}v^2} = -\int_0^\infty \frac{\partial}{\partial v} f(v, w)\,dw.$$

» Pour satisfaire à cette égalité, il suffit de prendre

$$f(v, w) = \frac{e^{-\left(w^2 - \frac{i\pi}{2}\right)v^2}}{\sqrt{\pi}\left(w^2 - \frac{i\pi}{2}\right)}.$$

» Conséquemment,

$$(3) \qquad \zeta(v_1, v_2) = \frac{1}{\sqrt{\pi}} \int_0^\infty \left(e^{-v_1^2 w^2} - e^{-v_2^2 w^2 + i\vartheta}\right) \frac{dw}{w^2 - \frac{i\pi}{2}}.$$

» Si l'on remplace v_1 par v, et qu'on fasse croître v_2 à l'infini, on retrouve l'expression de l'affixe du point asymptotique

$$\zeta(v) = \frac{1}{\sqrt{\pi}} \int_0^\infty \frac{e^{-v^2 w^2}\, dw}{w^2 - \frac{i\pi}{2}},$$

obtenue par M. Poincaré (*loc. cit.*, p. 144). La discussion des variations d'intensité lumineuse exige la connaissance de

$$R = \frac{1}{\sqrt{\pi}} \operatorname{mod} \int_0^\infty \left[e^{-\left(w^2 - \frac{i\pi}{2}\right)v_1^2} - e^{-\left(w^2 - \frac{i\pi}{2}\right)v_2^2}\right] \frac{dw}{w^2 - \frac{i\pi}{2}},$$

et celle du mode de varier des fonctions ζ. Il faut, pour cela, adjoindre aux égalités (2) les formules fondamentales de la Géométrie intrinsèque

$$\frac{\partial}{\partial v_1}\zeta(v_1, v_2) + \frac{i}{\rho_1}\zeta(v_1, v_2) + 1 = 0, \qquad \frac{\partial}{\partial v_2}\zeta(v_2, v_1) + \frac{i}{\rho_2}\zeta(v_2, v_1) + 1 = 0$$

On en déduit, par exemple, pour $dv_1 = dv_2 = ds$,

$$\frac{dR}{ds} = 2 \sin\frac{\vartheta}{2} \sin\left(\theta - \frac{\vartheta}{2}\right).$$

» L'une ou l'autre des conditions

$$(4) \qquad \vartheta = 2n\pi, \qquad \vartheta = 2n\pi + 2\theta$$

est donc nécessaire pour qu'il y ait maximum ou minimum de R lors du déplacement de l'arc constant $a = v_2 - v_1$ sur la courbe. C'est le cas de la diffraction par une fente à bords parallèles. M. Poincaré n'étudie que les franges correspondant à la première des conditions (4). Une étude approximative de la distribution des autres franges est probablement possible au moyen de la formule (3). Remarquons, en tout cas, que l'intégrale (3)

peut être développée en une série indéterminée, dont les n premiers termes représentent par leur somme la fonction ζ avec une approximation dépendant de la position et de la grandeur de l'arc mobile. En faisant usage de la formule

$$\int_0^\infty w^{2n} e^{-\rho^2 w^2}\,dw = \frac{\Gamma(n+\frac{1}{2})}{2\rho^{2n+1}},$$

et en désignant par $\varphi(\rho)$ et $\psi(\rho)$ les sommes d'un certain nombre de termes initiaux dans les séries

$$\frac{1}{\pi^2\rho^3} - \frac{3.5}{\pi^4\rho^7} + \frac{3.5.7.9}{\pi^6\rho^{11}} - \ldots, \qquad \frac{1}{\pi\rho} - \frac{3}{\pi^3\rho^5} + \frac{3.5.7}{\pi^5\rho^9} - \ldots,$$

on trouve

$$(5) \qquad \zeta(\rho_1, \rho_2) = \varphi(\rho_1) + i\psi(\rho_1) - [\varphi(\rho_2) + i\psi(\rho_2)]e^{i\vartheta}.$$

» Malheureusement, ce procédé devient de moins en moins légitime à mesure qu'on prend plus de termes dans les deux séries, et il y a, pour tout arc, une valeur de n, permettant d'atteindre un degré d'approximation qui ne peut être surpassé. Quoi qu'il en soit, la seconde des conditions (4) devient

$$\operatorname{tang}\frac{\vartheta}{2} = \frac{\psi(\rho_1) - \psi(\rho_2)}{\varphi(\rho_1) + \varphi(\rho_2)},$$

et il est aisé de s'assurer que le second membre diffère assez peu de $\frac{1}{2}\pi a\rho$, ρ étant la distance proportionnelle du point éclairé à la ligne centrale. D'ailleurs, $\vartheta = \pi a\rho$. Lors donc que $\frac{1}{2}\vartheta$ est une des grandes racines de l'équation $\operatorname{tang}x = x$, on peut croire que la seconde condition (4) est près d'être remplie. C'est bien à ce résultat que parvient Verdet dans ses *Leçons d'Optique physique* (t. I, p. 272). On a donc, à peu près,

$$\rho = \frac{n}{a}\left(1 - \frac{4}{n^2\pi^2} - \ldots\right),$$

n étant un nombre impair très grand. »

PHYSIQUE. — *Sur l'équation caractéristique de l'azote.* Note de M. **Ch. Antoine.**

« Dans la séance du 28 avril dernier, M. Sarrau a présenté à l'Académie une formule analogue à celles qui ont été proposées par M. Van der

Waals et par Clausius pour représenter la relation entre la pression p, le volume v et la température absolue T.

» Cette équation est la suivante

$$p = \frac{RT}{v - \alpha} - \frac{K\varepsilon^{-T}}{(v+\beta)^2},$$

dans laquelle R, α, β, K, ε désignent des constantes spécifiques dont M. Sarrau a calculé les valeurs pour l'azote, d'après les expériences de Regnault et de M. Amagat.

» Comme la relation

$$(a) \qquad pv = D(\beta + t),$$

que j'ai proposée pour les gaz et les vapeurs, est d'un calcul plus facile, il convient de vérifier si cette formule donne des valeurs assez approchées pour rendre compte des faits d'expériences.

» Modifiant la valeur de β que j'avais d'abord proposée pour l'azote, je prendrai

$$\beta = 273{,}6 - \sqrt{p}.$$

D'après la densité de l'azote, la relation (a) donne $D = 2{,}922$, pour $p = 1$. Cette valeur paraît rester constante dans les essais de Regnault.

» Dans ces expériences, la température est d'environ 5°; les tensions H sont exprimées en millimètres de mercure,

$$\beta + t = 278{,}6 - \sqrt{p} = \frac{278{,}6\sqrt{760} - \sqrt{H}}{\sqrt{760}} = \frac{7645 - \sqrt{H}}{\sqrt{760}};$$

d'où

$$\frac{pv}{p'v'} = \frac{7645 - \sqrt{H}}{7645 - \sqrt{H'}}.$$

» Les rapports ainsi calculés ne diffèrent que de 1 à 2 millièmes des valeurs obtenues par Regnault.

» Les expériences de M. Amagat conduisent à admettre que, pour les grandes pressions, les valeurs de D augmentent avec la pression. En prenant les tensions comme abscisses et les valeurs de D comme ordonnées, on obtient une courbe qui tourne sa convexité vers l'axe des x, et qui peut être représentée par de nombreuses fonctions approchées.

» Soit, par exemple, la relation

$$(b) \qquad D = 2{,}830 + 0{,}00191\,p^{1,1};$$

pour $p = 33^{atm}$, on a $D = 2,922$. Il conviendra de conserver à D cette valeur jusqu'à cette pression de 33^{atm}.

» Dans la série d'expériences présentées à l'Académie, le 17 septembre 1888, M. Amagat a donné les rapports des volumes observés sous diverses tensions aux volumes occupés par le gaz sous la même température de 15° et sous la pression atmosphérique.

» La relation (a) donne

$$\frac{v}{v'} = \frac{D(\beta + t)}{D'(\beta' + t')} \times \frac{p'}{p};$$

pour $p' = 1$ et $t = t' = 15$, on a

$$\frac{D'(\beta' + t')}{p'} = 840.$$

				Valeurs de $\frac{D(\beta+15)}{840p}$.	
p.	β.	$\beta+15$.	D.	Formule.	M. Amagat.
750	246,21	261,21	5,607	0,002325	0,002262
1000	241,98	256,98	6,641	0,002030	0,002032
1500	234,83	249,83	8,783	0,001742	0,001763
2000	228,88	243,88	10,999	0,001597	0,001613
2500	223,60	238,60	13,272	0,001491	0,001515
3000	218,83	233,83	15,592	0,001447	0,001446

» Dans la série des expériences qui ont été publiées, en 1881, dans les *Annales de Physique et de Chimie*, M. Amagat n'a pas fait connaître sur quel volume il a opéré.

» La vérification de la relation (a) peut se faire en calculant, d'après ces expériences, les valeurs de $\frac{pv}{D(\beta + t)}$.

» On se rapproche ainsi d'une moyenne d'environ 3,10.

» La relation (b) n'est d'ailleurs qu'une première approximation, que l'on pourra rectifier lorsque l'on aura un plus grand nombre d'expériences.

Calcul des valeurs de $\frac{pv}{D(\beta + t)}$, *d'après* M. Amagat.

Tensions.				Valeurs de $\frac{pv}{D(\beta+t)}$.				
Mètres de mercure.	Atmosphères.	β.	D.	$t=17,7$.	$t=30,1$.	$t=50,4$.	$t=75,5$.	$t=100,1$.
30	39,5	267,32	2,936	3,280	3,292	3,301	3,308	3,314
40	52,6	266,34	2,976	3,241	3,247	3,273	3,283	3,282

Tensions.				Valeurs de $\frac{pv}{D(\beta+t)}$.				
Mètres de mercure.	Atmosphères.	β.	D.	$t=17,7$.	$t=30,1$.	$t=50,4$.	$t=75,5$.	$t=100,1$.
60	79,0	264,71	3,058	3,173	3,189	3,217	3,156	3,236
80	105,3	263,34	3,143	3,124	3,139	3,177	3,193	3,200
100	131,6	262,13	3,229	3,088	3,105	3,141	3,160	3,159
120	157,9	261,04	3,318	3,065	3,084	3,114	3,130	3,133
140	184,2	260,03	3,408	3,053	3,074	3,095	3,105	3,113
160	210,5	259,09	3,500	3,045	3,058	3,078	3,081	3,086
180	236,8	258,21	3,592	3,042	3,042	3,058	3,066	3,069
200	263,2	257,38	3,686	3,033	3,039	3,054	3,056	3,051
220	289,5	256,59	3,781	3,028	3,031	3,041	3,040	3,029
240	315,8	255,88	3,876	3,033	3,031	3,041	3,033	3,019
260	342,1	255,10	3,972	3,036	3,036	3,037	3,027	3,005
280	368,4	254,40	4,070	3,043	3,040	3,031	3,016	2,994
300	394,7	253,73	4,167	3,050	3,044	3,030	3,009	2,984
320	421,1	253,08	4,266	3,050	3,042	3,024	3,004	2,964

ÉLECTRICITÉ. — *Sur l'électromètre balistique*. Note de M. **Gouy**.

« L'électromètre à quadrants peut être employé comme appareil balistique, si l'on supprime l'amortisseur à liquide en suspendant l'aiguille par un fil métallique. L'aiguille étant au repos, si l'on fait agir un couple C de courte durée, l'écart maximum est proportionnel à $\int C\,dt$. En appelant V la variation du potentiel en un point donné, on peut mesurer ainsi $\int V\,dt$ et $\int V^2\,dt$, en établissant les mêmes liaisons que dans les mesures statiques ordinaires.

» Supposons, par exemple, que, l'aiguille étant maintenue au potentiel V_0, un des quadrants soit relié à la terre et l'autre au point considéré, où le potentiel est nul, sauf pendant un temps très court. Soit α_1 l'écart de l'aiguille, et soit α_2 cet écart dans une seconde expérience faite de même, mais en intervertissant les quadrants; on aura, en désignant par K une constante,

$$(1)\qquad \int V\,dt = \frac{\alpha_1 - \alpha_2}{2KV_0}.$$

» Si le point considéré est relié à la terre par une résistance R et qu'on y fasse passer une quantité Q d'électricité en un temps très court, on a,

quel que soit le coefficient de self-induction de la résistance R,

$$\int V\,dt = RQ. \tag{2}$$

» Si la résistance R est le siège d'une force électromotrice E de courte durée, par exemple si elle est constituée par une bobine d'induction, on a

$$\int V\,dt = \int E\,dt, \tag{3}$$

et la valeur de R n'intervient plus.

» Enfin, si la résistance R est dépourvue de self-induction, on a

$$\int V^2\,dt = RW, \tag{4}$$

en désignant par W l'énergie électrique dissipée dans la résistance R.

» Des expériences relatives à la formule (2) ont été faites avec un électromètre Mascart, dont l'aiguille est suspendue par un fil de platine de $0^{mm},02$ de diamètre et chargée par une pile de 300 volts. Un microcoulomb dans un mégohm donne un écart d'environ 130^{mm}, sur une échelle à 2^{m}. La durée d'oscillation de l'aiguille est de $11^{s},6$; les oscillations s'amortissent assez rapidement par la résistance de l'air. En installant l'instrument avec quelque soin [1], les erreurs accidentelles se réduisent aux erreurs de lecture, et la formule (2) se vérifie d'une manière satisfaisante, tant que le produit de la capacité du condensateur employé, en microfarads, par la résistance R en megohms, ne dépasse pas $\frac{1}{5}$; au delà, la durée de la décharge intervient et diminue l'écart, conformément à la théorie générale des appareils balistiques.

» Ce dispositif permet donc de mesurer R, si l'on opère avec un condensateur de charge connue. La méthode peut convenir pour mesurer de grandes résistances, depuis 100000 ohms, et présente ce caractère de ne mettre en jeu qu'une très petite quantité d'électricité, ce qui permettrait d'éviter la polarisation pour des résistances liquides [2].

---

(1) On a grand avantage à protéger l'appareil contre les mouvements de l'air et les variations de température, en le couvrant d'une caisse de bois fermée par une glace parallèle.

(2) Si R est supérieur à 200 mégohms environ, l'amortissement est un peu augmenté, comme on pouvait le prévoir; il faut alors le mesurer et effectuer la petite correction nécessaire. Avec certaines valeurs de R, très supérieures à celle-ci, l'instrument devient presque apériodique; on peut mettre à profit cette remarque pour

» On peut aussi mesurer une quantité d'électricité avec une résistance R constante; l'appareil joue alors le rôle d'un galvanomètre balistique, mais peut atteindre une sensibilité supérieure en donnant à R une grande valeur. On peut ainsi mesurer des capacités très variées, sans avoir besoin de déterminer celle de l'électromètre, comme l'exigent les méthodes électrométriques statiques.

» Enfin, d'après la formule (4), l'appareil peut jouer le rôle d'un électrodynamomètre balistique.

» L'électromètre à quadrants peut donc être utilement employé, dans certains cas, comme instrument balistique, et je me propose de l'appliquer à l'étude de quelques questions relatives aux décharges électriques. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Le mois de mai* 1890 *à l'observatoire du Parc de Saint-Maur. Froid du* 1er *juin.* Note de M. E. RENOU, présentée par M. Mascart.

« Le mois de mai 1890 est remarquable par sa basse pression moyenne qui, à midi, a été de $753^{mm},65$ à l'altitude de $49^{m},38$.

» On ne trouve, dans les Tableaux de Paris depuis 1757, que le mois de mai 1856 qui a eu à très peu près la même pression et celui de 1819 qui en offre une inférieure de $0^{mm},2$ environ.

» La température moyenne (température vraie des vingt-quatre heures) a été $14^{\circ},0$, supérieure de $0^{\circ},7$ à la moyenne normale.

» Ce mois est remarquable aussi par ses 12 jours d'orage, dont le dernier, celui du 25, a été violent et accompagné de grêle grosse comme des noix, sur la partie nord-ouest de Paris. Au Parc de Saint-Maur, nous n'avons eu ni pluie ni grêle.

» Le dimanche 1er juin, le thermomètre à minima, sous l'abri, à 2^{m} au-dessus du sol, est descendu à $2^{\circ},7$; le thermomètre à alcool à minima, à boule peinte en vert, posé sur l'herbe, a atteint $3^{\circ},3$ au-dessous de zéro au lever du Soleil; nos gazons étaient tout couverts de gelée blanche. La Marne vers $6^{h}30^{m}$ du matin, au moment de son minimum, ne s'est pas

---

ramener plus rapidement l'aiguille au repos après une mesure. Le même principe pourrait être appliqué à créer un amortissement dans l'électromètre pour son usage statique, en reliant les quadrants aux conducteurs étudiés par de grandes résistances de valeur convenable.

abaissée au-dessous de 17°,15, offrant ainsi une température de 14°,5 plus haute que celle de l'air et de 20°,5 plus haute que celle du sol.

» Nous avions déjà vu de la gelée blanche au Parc le 10 juin 1881, avec un minimum de 2°,1 sous l'abri. »

CHIMIE GÉNÉRALE. — *Sur la détermination du poids moléculaire au point critique*. Note de M. **Philippe-A. Guye**, présentée par M. Friedel.

« 1. Dans une Note que j'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie [1], j'ai montré qu'on pouvait fixer la grandeur du poids moléculaire d'un corps au point critique au moyen de la relation

$$M = 1,8 \frac{\varkappa}{R},$$

M étant le poids moléculaire; $\varkappa$ le coefficient critique (ou rapport de la température critique absolue à la pression critique); R le pouvoir réfringent spécifique, donné par la formule de MM. Lorentz et Lorenz.

» 2. J'ai indiqué également que, abstraction faite de la réfraction spécifique, on pouvait aussi calculer *a priori* le coefficient critique d'un corps au moyen de *coefficients atomiques critiques* déterminés. Je publie aujourd'hui les valeurs les plus probables de quelques-uns d'entre eux :

Pour un atome de carbone	1,35
» d'hydrogène	0,57
» d'oxygène simplement lié	0,87
» » doublement lié	1,27
» de chlore	3,27
» de brome	4,83
» d'azote simplement lié	1,60
» » triplement lié	1,86
» de phosphore simplement lié	3,01
Pour une double liaison entre deux atomes C	0,88
» triple » »	1,03

» *Le coefficient critique d'un composé étant égal à la somme des coefficients critiques des atomes*, on voit, par exemple, que, pour l'acétylène, cette constante donnée par le calcul serait égale à $2 \times 1,35 + 2 \times 057 + 1,03 = 4,9$. La valeur déduite de l'expérience $= 310 : 68 = 4,6$ (Ansdell).

[1] *Comptes rendus*, 20 janvier 1880.

» Sans être rigoureusement exactes, les valeurs calculées le sont cependant assez pour que l'on puisse toujours choisir, entre les divers multiples d'une formule, celui qui correspond à la vraie grandeur moléculaire d'un corps au point critique. Les quelques exemples suivants en font foi :

	$\varkappa$ calculé.	$\varkappa$ observé (¹).
Méthane CH^4	3,6	3,5
Méthylamine CH^3AzH^2	5,8	5,9
Chlorure d'éthyle C^2H^5Cl	8,8	8,4
Acétone CH^3COCH^3	8,7	9,7
Alcool propylique $C^2H^5CH^2OH$	9,5	9,9-10,6
Éther éthylique $C^2H^5OC^2H^5$	12,4	11,7-12,5
Valérianate d'éthyle $C^4H^9CO^2C^2H^5$	19,6	18,4

» 3. J'ai cherché à appliquer au cas d'un mélange les résultats qui viennent d'être établis. M'appuyant, d'une part, sur la proportionnalité entre le coefficient critique et la réfraction moléculaire et, d'autre part, sur les lois connues relatives au pouvoir réfringent d'un mélange de plusieurs corps, j'ai été conduit à énoncer la proposition suivante :

» *Le coefficient critique d'un mélange formé de plusieurs molécules différentes est très approximativement égal au coefficient critique moyen du mélange moléculaire.*

» Quelques expériences de M. Van der Waals et de MM. Ramsay et Young permettent de vérifier cette règle :

» I. Mélange de $45^{vol}CO^2 + 4^{vol}Az^2 + 1^{vol}O^2$:

Coefficient critique calculé : *a*. par les coefficients atomiques.	4,0
» *b*. par les coefficients critiques des gaz constituant le mélange	3,9
Coefficient critique déduit de l'expérience...... 298 : 77,5 =	3,8

» II. Mélange de $7^{vol}CO^2 + 3^{vol}HCl$:

Coefficient critique calculé : *a*	4,0
» *b*	3,9
Coefficient critique observé : 304,6 : 90	4,5

(¹) Valeurs déduites des observations diverses de MM. Dewar, Nadesjdine, Olzewski, Ramsay et Young, Sajotschewski, Vincent et Chappuis, Wroblewski. On trouvera d'autres vérifications dans un Mémoire plus complet destiné aux *Annales de Chimie et de Physique*.

» III. Mélange de $63^{mol}\,C^2H^5OH + 37^{mol}\,(C^2H^5)^2O$:

Coefficient critique calculé : *a*............................ 9,9
» *b*............................ 8,8
Coefficient critique observé : 492,5:51,25................. 9,6

» Les valeurs calculées ne peuvent être qu'approchées, mais elles sont toujours assez voisines des valeurs observées pour permettre de décider s'il y a ou s'il n'y a pas combinaison des corps en présence. Ainsi, dans le cas du troisième exemple relatif au mélange d'alcool et d'éther dans des proportions voisines de 6 molécules C^2H^5OH et 4 molécules $(C^2H^5)^2O$, il est évident qu'au point critique ces deux corps ne sont pas combinés, car le calcul donnerait pour valeur du coefficient critique des diverses combinaisons possibles :

Pour $C^2H^5.OH + (C^2H^5)^2O$.............. $\varkappa = 19,0$
Pour $2C^2H^5.OH + (C^2H^5)^2O$.............. $\varkappa = 26,0$
Pour $C^2H^5.OH + 2(C^2H^5)^2O$.............. $\varkappa = 30,9$

valeurs qui sont toutes bien supérieures au nombre 9,6 donné par l'expérience.

» 4. Le chlorure de phosphonium fournit une application intéressante des règles précédentes. Son coefficient critique, calculé au moyen des coefficients donnés plus haut, est égal à 8,6. Or M. Van t'Hoff a trouvé par expérience 323,5:80 = 4,0. Il faut en conclure que le chlorure de phosphonium, stable sous pression et aux basses températures, ainsi que l'a démontré M. Ogier, est complètement décomposé au point critique en $PH^3 + HCl$, le coefficient critique calculé de ce mélange étant en effet 8,6:2 = 4,3, de même que l'on conclut à la décomposition totale du chlorure d'ammonium en $AzH^3 + HCl$, lorsqu'on trouve pour densité de vapeur le nombre 0,89 au lieu de 1,89 indiqué par la théorie.

» On le voit, ces résultats présentent une grande analogie avec ceux que l'on peut déduire de la considération des densités de vapeur et de la cryoscopie, car la simple comparaison des valeurs du coefficient critique, telles qu'elles sont données par le calcul et par l'expérience, suffit non seulement pour déterminer la grandeur du poids moléculaire au point critique, mais encore pour constater s'il y a ou s'il n'y a pas décomposition ou condensation. A ce titre, la méthode que je propose me paraît devoir prendre place à côté de la méthode des densités de vapeur et de la méthode cryoscopique, d'autant plus que ces trois méthodes assignent en général

la même grandeur moléculaire à un même corps considéré successivement à l'état de vapeur, en dissolutions étendues et au point critique ([1]). »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur les chlorosels de l'iridium et sur le poids atomique de cet élément.* Note de M. A. JOLY, présentée par M. Troost.

« L'iridium est certainement, de tous les métaux de platine, celui qu'il est le plus difficile d'obtenir à l'état de pureté. Dans le cours de ces longues et belles recherches qu'ils ont effectuées sur le platine et l'iridium en 1874, H. Sainte-Claire Deville et H. Debray ont fait connaître un procédé de purification de l'iridium, qui, appliqué en grand par M. Matthey et contrôlé par M. Stas, a permis de préparer l'iridium destiné à la confection des étalons métriques. Les propriétés physiques de l'iridium ainsi préparé se sont trouvées très différentes de celles qui lui avaient été assignées jusque-là. C'est ainsi que la densité du métal fondu s'est élevée de 21,5 à 22,38, accusant ainsi une séparation plus parfaite qu'on ne l'avait fait encore des éléments plus légers.

» Le poids atomique de l'iridium qui, d'après les déterminations de Berzélius, était égal à 198 ($O = 16$) a été ramené à un nombre beaucoup plus faible, 193,220 pour $O = 16$ ou 192,744 pour $H = 1$, par M. Seubert en 1878 (analyse des chloroiridates). Au moment d'entreprendre quelques recherches sur l'iridium, j'ai cru devoir soumettre le poids atomique à une nouvelle vérification, et cela par l'analyse de sels différents, les chloroiridites, autant pour m'assurer de la pureté du métal que j'avais entre les mains que pour fixer le nombre que je devais faire intervenir dans les calculs.

» Le métal que j'ai mis en œuvre avait été préparé par H. Sainte-Claire Deville et Debray, ou provenait des nombreuses analyses de platine iridié à 10 pour 100 effectuées par ces savants avec le concours de M. Stas. C'est dire que ce métal avait été soigneusement débarrassé des autres métaux du platine et en particulier du ruthénium. Chaque fraction avait été soumise à un contrôle rigoureux et satisfaisait, par conséquent, aux conditions fixées par M. Stas dans son Rapport de 1879 au *Comité international des Poids et Mesures* pour l'iridium pur.

» J'ai transformé le tout (150^{gr} environ) en chlorosels de sodium par l'action du chlore sur le mélange du métal très divisé et du sel marin chauffé au rouge. Après transformation en chloroiridate, les chlorosels de

([1]) Paris, laboratoire de M. Friedel.

potassium et d'ammonium ont été précipités en poudre cristalline très ténue par l'addition d'un excès des chlorures alcalins à la liqueur bouillante ; les cristaux ont été essorés à la trompe et lavés avec des dissolutions saturées et froides des chlorures alcalins jusqu'à ce que les liqueurs fussent sensiblement incolores.

» I. Les sesquichlorures doubles d'iridium ont été préparés en faisant passer un courant d'hydrogène sulfuré dans les dissolutions des chloroiridates maintenues en présence d'un excès de sel solide, à chaud, jusqu'à ce que les liqueurs aient pris la couleur vert olive caractéristique. Après séparation du soufre, l'addition d'un excès de chlorure alcalin a déterminé, par le refroidissement, le dépôt des sels à l'état cristallisé.

» Le *sesquichlorure double d'iridium et de potassium*

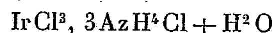


a été obtenu ainsi en larges cristaux *quadratiques* (1) d'un brun foncé ou vert olive lorsque leur épaisseur était très faible :

$$\frac{c}{a} = 1,61493;$$

faces observées : p toujours terne et d'aspect moiré, a^1 très brillant, m extrêmement petit.

» Le *sesquichlorure double d'iridium et d'ammonium*



forme des *prismes orthorhombiques* (1) de 98°44′, vert olive ou brun foncé suivant l'épaisseur :

$$a:b:c::0,8581:1:0,49459;$$

faces observées : m, e' dominants, h', g', g^3, h^3 très petits.

» Pour l'analyse, les cristaux ont été broyés à plusieurs reprises, en présence d'une quantité d'eau froide insuffisante pour les dissoudre, essorés par compression et séchés à l'air libre, puis à l'étuve à 120°. Ils perdent leur eau de cristallisation avec une extrême facilité. La réduction a été effectuée dans l'hydrogène pur, puis le mélange de Ir et de KCl refroidi dans l'acide carbonique.

» On a trouvé ainsi, par l'analyse du sel potassique :

Poids du sel sec.	Ir	Pour 100.	KCl	Pour 100.
1,5950	0,5881	= 36,872	0,6803	= 42,652
1,6386	0,6037	= 36,842	0,7000	= 42,720
2,6276	0,9689	= 36,873	1,1231	= 42,742
Moyennes.....		36,862		42,705

(1) Mesures dues à M. Dufet.

» On calcule de là, par le rapport Ir : 3KCl(3KCl = 223,224, H = 1),

$$Ir = 192,68,$$

nombre à peine différent de celui qui a été obtenu par M. Seubert, par l'analyse du sel de potassium : 193,094 pour O = 16 ou 192,611 pour H = 1.

» L'analyse du sel ammonique a fourni les résultats suivants :

Poids du sel sec.	Ir.	Pour 100.
1,5772	0,6627 =	42,017
1,6056	0,6742 =	41,990
Moyenne		42,003

» On calcule, par le rapport Ir : 3AzH⁴Cl, 3Cl (3AzH⁴Cl, 3Cl = 266,24, H = 1),

$$Ir = 192,82,$$

nombre peu différent de celui de M. Seubert : 192,89 pour H = 1. La moyenne des deux groupes est

$$Ir = 192,75,$$

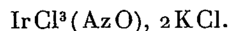
nombre qui ne diffère pas de la moyenne admise par M. Seubert

$$Ir = 192,744.$$

» II. Les chloroiridites peuvent être transformés en chloroiridates par l'action du chlore ou par l'acide azotique. On emploie l'acide azotique lorsque l'on craint la présence de l'osmium qui, par une ébullition prolongée, est éliminé à l'état d'acide osmique. Mais le chlore seul doit être employé lorsqu'on est sûr de la pureté du métal, et c'est d'ailleurs la méthode que M. Seubert a adoptée. C'est dans ces conditions seulement que l'on est certain d'obtenir un produit exempt de sels étrangers.

» En effet, j'ai observé que tous les échantillons de chloroiridate de potasse qui avaient été obtenus par précipitation dans une liqueur préalablement soumise à l'ébullition avec de l'acide azotique dégagent des vapeurs nitreuses quand on les chauffe à 440°; le chloroiridate pur reste inaltéré à cette température. Si l'on exagère l'action de l'acide azotique, on voit, en examinant les cristaux du chlorosel au microscope, que les octaèdres réguliers noirs, non transparents, de chloroiridate sont mélangés de petits cristaux octaédriques agissant énergiquement sur la lumière polarisée. Les eaux mères sont roses au point de faire croire à la présence du rhodium, et laissent déposer par concentration de petits cristaux d'un rouge vermillon beaucoup plus solubles que les cristaux de chloroiridate. On peut les isoler par des cristallisations fractionnées qui ne les altèrent pas.

» Le poids de matière pure que j'ai eue jusqu'ici à ma disposition était trop faible pour qu'il me fût possible d'en faire une analyse complète. Cependant les réactions et le mode même de formation, identique à celui qui m'a permis de préparer les chlorures nitrosés du ruthénium, indiquent que l'on a affaire à une combinaison du même genre, soit



$$IrCl^3(AzO), 2KCl.$$

» Chauffé à 440° dans le vide, ce composé dégage du bioxyde d'azote mélangé d'azote, en même temps qu'un peu de chlore dû à une réaction secondaire; en repre-

nant par l'eau, on dissout un mélange de chloroiridite et de chloroiridate, et il reste un résidu de bioxyde bleu, stable en présence de l'eau seule; les cristaux sont ramenés à l'état de chloroiridate quand on évapore leur dissolution avec un excès d'acide chlorhydrique; l'ammoniaque les transforme à l'ébullition en chlorure d'une base ammoniacale jaune.

» Je me borne pour le moment à ces seules indications, me réservant de poursuivre l'étude de ces composés, qui forment une série parallèle à celle que j'ai observée pour le ruthénium, et à celle que M. Vèzes étudie en ce moment pour le platine. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur les oxydes de manganèse obtenus par la voie humide.* Seconde Partie : *Acide manganeux.* Note de M. **A. Gorgeu**, présentée par M. Friedel.

« L'examen des nombreux modes de préparation du bioxyde de manganèse indiqués dans les livres m'a permis de comparer les produits obtenus, sous le rapport de leur richesse en oxygène et des propriétés acides dont ils jouissent. Je vais résumer aussi brièvement que possible les conclusions auxquelles cet examen m'a conduit.

» Il paraît à peu près impossible de préparer des bioxydes hydratés contenant exactement la quantité d'oxygène exigée par la formule MnO^2; on atteint, au contraire, assez souvent la teneur théorique dans les bioxydes cristallisés et anhydres préparés avec l'azotate de manganèse de 158° à 170° ou par l'oxydation de l'*acerdèse* entre 270° et 310°.

» Lorsqu'on veut obtenir des bioxydes dans lesquels les propriétés acides soient bien évidentes, le meilleur mode de préparation est celui qui consiste à mettre en présence des solutions fortement acides, froides et étendues d'azotate de manganèse et de permanganate alcalin. Dans ces conditions, le précipité, très divisé et fortement hydraté, représente l'acide manganeux sous sa forme la plus active.

» La difficulté que l'on éprouve à préparer des bioxydes exempts d'oxyde manganeux paraît due à une action notablement réductrice exercée sur l'acide manganeux par les agents, acides azotique et permanganique, employés à sa préparation. Les deux faits suivants sont de nature à appuyer cette supposition :

» Le manganite de potasse, résultat de la décomposition des manganates alcalins par l'acide carbonique, manganite dans lequel le métal se trouve certainement à l'état de MnO^2, traité par l'acide azotique bouillant,

laisse un résidu notablement moins oxygéné que l'acide manganeux; la décomposition de l'acide permanganique dissous, opérée soit à la température ordinaire avec le temps, soit plus rapidement à 100°, ne donne pas non plus de MnO^2, mais un suroxyde qui, à l'exemple du précédent, renferme une proportion d'oxygène inférieure de $\frac{1}{2}$ à 1 centième à la quantité théorique, 18,4 centièmes en sus du protoxyde.

» *Propriétés des bioxydes de manganèse.* — Les bioxydes hydratés et anhydres présentent dans leurs propriétés quelques différences bien tranchées. Les premiers rougissent le papier de tournesol et se combinent aux bases solubles pour former des manganites; ceux qui sont anhydres n'agissent pas sur les papiers réactifs, n'absorbent pas de bases alcalines ou alcalino-terreuses et paraissent justifier le titre d'oxydes indifférents qui a été donné en particulier à la pyrolusite.

» J'ai constaté que cette indifférence très réelle à l'égard des bases solubles et de plusieurs sels métalliques disparaît lorsqu'on met ces bioxydes anhydres, pyrolusite, polianite artificielle ou naturelle, en présence du protoxyde de manganèse hydraté : 1 équivalent de ces combinaisons finement pulvérisées, après un contact suffisamment prolongé avec un excès de protoxyde, peut en absorber $\frac{11}{10}$ à $\frac{17}{10}$ d'équivalent. On ne peut donc considérer les bioxydes de manganèse anhydres comme des oxydes indifférents dans toute la force du terme.

» L'état d'hydratation des bioxydes ne m'a paru présenter aucune fixité; que leur dessiccation ait été effectuée dans le vide ou qu'ils aient été seulement séchés à l'air, on a observé que leur teneur en eau, très différente dans les suroxydes résultant de modes de préparation variés, ne s'était pas encore montrée constante dans les produits obtenus par un même procédé.

» La température à laquelle commence la décomposition des bioxydes de manganèse est la même pour tous, anhydres et hydratés; elle est voisine de 400°.

» Les propriétés acides des suroxydes hydratés préparés à froid sont faciles à mettre en évidence et présentent les caractères suivants : en présence de solutions de potasse, de soude ou d'ammoniaque, on constate que les quantités de bases absorbées augmentent avec la concentration des solutions alcalines; au contact des eaux de baryte et de chaux, l'acide manganeux se combine à des quantités d'oxydes alcalino-terreux proportionnellement plus élevées que celles des alcalis. Cette absorption des oxydes solubles paraît ainsi dépendre de leur degré de solubilité dans l'eau ou, en

d'autres termes, de l'action décomposante plus ou moins énergique que ce liquide exerce sur les manganites qui tendent à se former.

» L'acidité des bioxydes de manganèse hydratés ne se révèle pas seulement au contact des protoxydes, elle est assez énergique pour décomposer les carbonates solubles ou insolubles, les acétates et même les sulfates. Les limites de ces décompositions des sels paraissent, en général, dépendre des quantités de chaleur qui ont été dégagées au moment de leur formation. L'expérience prouve, en effet, que le manganite produit avec l'azotate de potasse se rapproche de la formule $25(MnO^2)KO$; que le manganite obtenu au moyen de l'acétate de soude est voisin de $15(MnO^2)NaO$ et que les combinaisons formées en présence des acétates et des sulfates métalliques proprement dits varient entre $3(MnO^2)KO$ et $9(MnO^2)KO$.

» L'acide manganeux, ainsi que ses combinaisons avec la potasse exercent sur le permanganate de potasse en solution alcaline une action intéressante qui n'a pas encore été signalée.

» Une solution de permanganate potassique additionnée de $\frac{20}{100}$ de potasse pure n'éprouve pas de décomposition notable à froid ou à l'ébullition; vient-on à y ajouter de l'acide manganeux hydraté ou mieux du manganite de potasse $5(MnO^2)KO$, on observe que les précipités disparaissent peu à peu vers 100°, et que finalement la solution devient verte sans avoir dégagé d'oxygène. La synthèse du manganate de potasse ainsi réalisée peut être attribuée à l'oxydation de l'acide manganeux aux dépens de l'acide permanganique dissous. Il est permis aussi de supposer que, dans la réaction précédente, le sel vert résulte de la combinaison du permanganate de potasse avec le manganite bibasique $MnO^2, 2KO$, de composition analogue à celle du manganite neutre de manganèse $MnO^2, 2MnO$. Ce manganite n'a pu être isolé, il est vrai, mais sa production dans l'expérience en question est possible, puisque j'ai fait voir, dans la suite de ce travail, que l'acide manganeux était capable de saturer une proportion de potasse d'autant plus grande que la solution mère était plus chargée d'alcali. Quant à recueillir ce manganite par voie humide sans l'altérer, on n'y peut songer, tous les manganites plus basiques que $5(MnO^2)KO$ étant ramenés à ce type par l'action de l'eau.

» Cette hypothèse expliquerait l'inutilité des essais tentés pour isoler l'acide manganique et, en second lieu, rendrait facilement compte de l'action exercée par l'eau et l'acide carbonique sur la solution verte du manganate. Ces deux agents, étendant les liqueurs alcalines ou saturant leur alcali libre, enlèveraient ainsi au manganite neutre la plus grande partie de

sa potasse, et, le rendant ainsi incapable de rester combiné au permanganate, causeraient la précipitation de l'acide manganeux sous la forme de manganite acide de potasse. Je me propose, du reste, de consacrer une Note spéciale à l'étude de cette synthèse des manganates alcalins. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur quelques nouveaux iodures doubles de bismuth et de potassium.* Note de M. CH. ASTRE, présentée par M. Friedel.

« Dans une précédente Note (*Comptes rendus,* mars 1890), je faisais prévoir que, grâce à l'emploi de l'éther acétique, on pourrait obtenir un certain nombre d'iodosels nouveaux. J'ai pu, en effet, isoler les composés suivants :

» $(BiI^3)^2, 4IK$. — Pour obtenir ce produit, j'ai d'abord préparé de l'iodure de bismuth par voie humide. A cet effet, du bismuth en poudre a été ajouté à une solution alcoolique d'iode, et lorsque, grâce à l'agitation, tout l'iode libre a disparu, le dépôt brun formé a été recueilli et séché.

» L'iodure de bismuth a été ensuite dissous dans l'éther acétique et additionné d'une quantité d'iodure de potassium finement pulvérisé, telle qu'il pût se former $(BiI^3)^2, 6IK$. Pour si longtemps que le mélange ait été agité, une partie de l'iodure de potassium est restée insoluble.

» Le liquide séparé et filtré sur l'amiante a fourni, à l'évaporation spontanée, des lamelles brunes quadrangulaires appartenant au système du prisme droit à base carrée. Ces cristaux sont quadratiques et positifs.

» Leur analyse a donné les résultats suivants :

	Trouvé.	Calculé pour $(BiI^3)^2, 4IK$.
I	68,00	68,60
Bi	23,20	22,60
K	8,80	8,80
	100,00	100,00

» $(BiI^3)^2, 3IK + 2H^2O$. — Deux molécules d'iodure de potassium pour trois atomes d'iode et un excès de bismuth ont été additionnés de 50^{cc} d'eau et agités ; le mélange, abandonné pendant deux mois dans un lieu obscur, a fourni des cristaux que l'éther acétique a permis d'obtenir entièrement purs.

» La dissolution éthérée a donné, par évaporation spontanée, des aiguilles réunies en houppes autour d'un point central, constituées par des prismes quadratiques, avec modification fréquente sur les arêtes latérales donnant le prisme octogonal.

» L'analyse a fourni les résultats suivants :

	Trouvé.	Calculé pour $(BiI^3)^2, 3IK + 2H^2O$.
I.................	66,00	66,40
Bi................	24,00	24,40
K.................	6,40	6,80
H^2O..............	2,80	2,40
	99,20	100,00

» $(BiI^3)^2, 6IK$. — En mêlant par trituration une molécule de nitrate neutre de bismuth, quatre molécules d'iodure de potassium et 50^{cc} d'eau, la température du mélange s'est élevée notablement, et il s'est formé une quantité considérable d'iodure de bismuth.

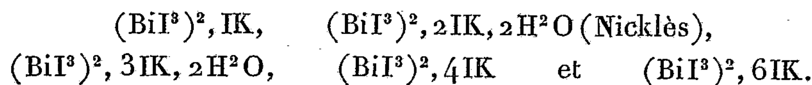
» La masse demi-fluide a donné par évaporation spontanée des cristaux gris métallique, qui ont été purifiés par l'éther acétique. Ce dernier liquide a fourni des lamelles rouge rubis appartenant au système clinorhombique.

» L'analyse a fourni les résultats suivants :

	Trouvé.	Calculé pour $(BiI^3)^2, 6IK$.
I.................	69,35	69,98
Bi................	19,20	19,28
K.................	10,80	10,74
	99,35	100,00

» Les analyses ont porté, pour chacun de ces composés, sur plusieurs échantillons obtenus dans des opérations différentes, et les nombres ci-dessus sont la moyenne de résultats concordants.

» Les composés que j'ai décrits portent à cinq le nombre des iodures doubles de bismuth et de potassium connus. Ces composés peuvent être considérés comme résultant de l'union de deux molécules d'iodure de bismuth avec un nombre de molécules d'iodure de potassium variant de 1 à 6 et écrits de la manière suivante :



$$(BiI^3)^2, IK, \quad (BiI^3)^2, 2IK, 2H^2O \text{ (Nicklès)},$$
$$(BiI^3)^2, 3IK, 2H^2O, \quad (BiI^3)^2, 4IK \quad \text{et} \quad (BiI^3)^2, 6IK.$$

» Ils forment donc une série naturelle qui semble indiquer l'existence de l'iodure $(BiI^3)^2, 5IK$, que je n'ai pu toutefois obtenir jusqu'à présent. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur l'alun de soude*. Note de M. E. AUGÉ, présentée par M. Armand Gautier.

« Les Traités de Chimie contiennent, au sujet de l'alun de soude, un grand nombre d'erreurs. Je résume les principales dans le Tableau suivant, contenant, d'une part, les affirmations des auteurs français ou étrangers, de l'autre, la réalité des faits.

D'après les auteurs :	*D'après les faits :*
» 1. L'alun de soude est excessivement efflorescent; il tombe en poussière au bout de quelques jours. (Tous les auteurs.)	» 1. L'alun de soude est fort peu efflorescent; il se conserve plusieurs mois sans altération.
» 2. Sa solubilité dans l'eau est considérable : 100 parties d'eau dissolvent 110 parties d'alun à 16° C. (Dictionnaire de Wurtz.)	» 2. Sa solubilité dans l'eau est, à 16° C., de 51 parties d'alun cristallisé pour 100 parties d'eau.
» 3. Quand une solution d'alun de soude a été chauffée à l'ébullition, elle perd la propriété de cristalliser. (Mussprat, Wagner, etc.)	» 3. Une solution d'alun de soude peut bouillir indéfiniment sans perdre jamais la propriété de donner des cristaux.

» Voilà, pour ne parler que des principaux, les points sur lesquels la doctrine actuellement professée est en contradiction formelle avec les constatations auxquelles je me suis livré.

» Établissons d'abord les faits.

» Quand on concentre, avec ou sans ébullition, un mélange de sulfate d'alumine et de sulfate de soude en proportions convenables et que la densité de cette solution dépasse, à chaud, 38° Baumé, celle-ci donne, par refroidissement, une pâte amorphe dans laquelle, même au microscope, on n'aperçoit pas de cristaux. C'est là probablement ce qui a fait croire que la solution d'alun de soude, chauffée à l'ébullition, perd la propriété de cristalliser. Or, la température ne joue aucun rôle dans la formation de cette matière amorphe; sa production dépend uniquement du degré de concentration. Des solutions ayant longtemps bouilli et dont la densité

reste inférieure à 38° Baumé ne donnent pas de pâte; au contraire, des solutions n'ayant pas été chauffées, mais concentrées au-dessus de 38° Baumé, passent à l'état amorphe.

» D'autre part, cette pâte amorphe, pourvu que la température ambiante où elle se trouve soit comprise entre 7° C. et 25° C., abandonne graduellement une certaine proportion d'eaux mères et passe bientôt à l'état de cristaux dont la composition correspond rigoureusement à la formule $Al^2O^3, 3SO^3, Na^2OSO^3, 24H^2O$. La rapidité de cette transformation est en raison inverse des masses qui se transforment. Pour des couches de 5^{cm} d'épaisseur et avec une température ambiante de 15° C., la cristallisation est complète en trois jours.

» Si la température était supérieure à 28° C., la transformation en cristaux se ferait avec une lenteur extrême. Au contraire, si cette température était voisine de zéro, *il se déposerait, en même temps que de l'alun sodique, du sulfate de soude cristallisé*. La solubilité de ce dernier sel, beaucoup moindre à basse température que celle de l'alun sodique, explique cette formation simultanée. C'est aussi probablement parce que l'alun obtenu jusqu'à présent dans les laboratoires était mélangé de sulfate de soude qu'on a cru à sa très rapide efflorescence.

» De ce qui précède il est facile de déduire un procédé de fabrication industrielle de l'alun de soude d'une extrême simplicité et qu'on peut résumer ainsi :

» Concentration de la solution des deux sulfates jusqu'à une densité de 39° à 43° Baumé; transport de la pâte obtenue sur des plaques de plomb inclinées pour recueillir les eaux mères qui représentent environ un quart du poids de la matière amorphe et entraînent presque toutes les impuretés; cristallisation à la température d'environ 15° C.; essorage des cristaux. »

CHIMIE INDUSTRIELLE. — *Le bouquet des boissons fermentées.* Note de M. **Georges Jacquemin**, présentée par M. Chatin.

« Dans le Mémoire que j'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie des Sciences, le 5 mars 1888, sur le *Saccharomyces ellipsoideus* et ses applications à la fabrication d'un vin d'orge, j'ai indiqué, en dernière page, les résultats favorables que j'avais obtenus pendant l'automne 1887, en faisant

fermenter des moûts d'orge tartarisés avec des levures de raisins de Barsac et de Sauterne, résultats qui confirmaient pratiquement l'opinion si nettement exprimée par M. Pasteur que le goût, les qualités des vins dépendent, pour une grande part, de la levure spéciale qui a présidé à la fermentation, et qu'on doit penser que, si l'on soumettait un même moût de raisin à l'action de levures distinctes, on en retirerait des vins de diverses natures. Je terminais en annonçant que ces premiers résultats m'engageaient à persévérer dans cette voie, et à varier l'expérimentation dès l'automne suivant.

» Poursuivant donc en 1888 mes recherches annoncées sur les levures de vin, j'ai fait connaître, dans une brochure imprimée à Nancy en février 1889, que les vins d'orge produits sous l'influence des levures propres aux raisins de Beaune, de Chablis, de Riquewyhr (Alsace), possédaient le bouquet caractéristique de ces crus.

» Vers la fin de 1888, j'ai livré, pour l'expérimentation, de mes levures de Chablis et de Riquewyhr à M. Quénot, de Jarville (près Nancy), qui a obtenu dès lors, industriellement, des vins de raisins secs que l'on pouvait confondre, à la dégustation, avec des vins blancs d'Alsace et de Chablis.

» Avant d'exposer la suite de mes travaux, il convient de rendre justice à deux expérimentateurs qui ont suivi la même voie, à M. Louis Marx d'abord, élève du docteur Hansen, dont la publication a paru huit mois après la mienne. Son Mémoire sur *Les levures de vin*, inséré en novembre 1888 dans le *Moniteur scientifique Quesneville*, se termine par des moyens très pratiques d'améliorer les vins en faisant fermenter les moûts par des levures spéciales, qui communiquent des *bouquets particuliers*.

» Plus tard, en juin 1889, M. Rommier, dans une Note présentée à l'Académie des Sciences, a indiqué aussi la possibilité de procurer le bouquet d'un vin de qualité à un vin commun, en faisant fermenter le moût avec une levure ellipsoïdale provenant d'un meilleur cru.

» Pendant l'automne 1889, j'ai élevé des levures de raisins d'Ay en Champagne, de Beaune, de Chablis, de Barsac, et fait servir ces levures à la fabrication du vin d'orge. Les expériences, pour chacune d'elles, ont été exécutées sur 60 hectolitres de moût dans une des brasseries qui fabriquent le gerstenwein en Allemagne.

» A l'occasion de ces recherches, j'ai fait une remarque : pendant la période d'épuisement que l'on fait subir à la levure à conserver, en la faisant vivre dans de l'eau pure sucrée à 10 pour 100, elle n'en développe pas moins son bouquet caractéristique. L'eau sucrée décantée, qui con-

tient très peu d'alcool de fermentation, constitue un liquide d'une saveur délicieuse, dont le bouquet est exalté, une véritable sève de champagne, de bourgogne, etc.

» Or l'expérience décrite dans le travail de M. Rommier, qui consiste à distiller les liquides fermentés sous l'influence de ces diverses levures, et à recueillir des eaux-de-vie de bouquets différents, n'est que la *confirmation* de mon expérience.

» Je termine en rappelant que je signalais encore, dans mon résumé, un fait destiné à achever la démonstration de l'exactitude de la proposition de M. Pasteur. J'ai élevé dans du moût d'orge, préparé comme je le dis, de la levure de pommes, extraite des lies d'un foudre de cidre, et j'ai communiqué ainsi au produit fermenté la saveur propre au cidre. J'ai obtenu un cidre d'orge dont j'ai donné la composition moyenne et indiqué les propriétés. »

TÉRATOLOGIE. — *Nouvelles recherches sur le mode de formation des monstres omphalocéphales et sur la dualité primitive du cœur dans les embryons de l'embranchement des Vertébrés.* Note de M. **Dareste**, présentée par M. de Quatrefages.

« La production des monstres omphalocéphales est le résultat le plus curieux et assurément le plus inattendu de mes expériences tératogéniques. Dans ces monstres, la tête paraît sortir par l'orifice ombilical, et le cœur, tantôt simple et tantôt double, est situé sur la région dorsale de l'embryon, exactement comme la hotte sur le dos d'un portefaix.

» Lorsque j'ai rencontré ces monstres pour la première fois, il y a vingt-huit ans, l'état de l'Embryogénie, à cette époque, ne me permettait pas de comprendre leur mode de formation, et spécialement le changement de position du cœur et sa situation au-dessus de la région dorsale.

» Les recherches d'Embryogénie normale que j'ai faites à cette occasion m'ont conduit à découvrir, en 1866, le mode de formation du cœur par la conjugaison, sur la ligne médiane, de deux blastêmes primitivement distincts, et le mode de formation de la région antérieure du mésoderme, celle qui s'étend au-dessous et en avant de la tête, par deux prolongements antérieurs des lames latérales, prolongements d'abord séparés, mais qui viennent s'unir sur la ligne médiane. La connaissance de ces faits m'a donné l'explication de l'omphalocéphalie.

» Dans cette monstruosité, la tête, qui occupe la partie moyenne du bord antérieur du mésoderme, s'infléchit de haut en bas et d'avant en arrière, et pénètre dans la cavité du jaune, le long de la gouttière abdominale. Elle est toujours plus ou moins arrêtée dans son développement.

» Cette inflexion de la tête a pour résultat de maintenir l'écartement primitif des deux prolongements antérieurs des lames latérales du mésoderme. Or c'est à la partie inférieure de ces prolongements, des deux côtés de la tête, que se produisent les deux blastèmes cardiaques. Alors ces blastèmes se développent isolément, en produisant deux cœurs distincts, parfaitement reconnaissables par leurs battements.

» Dans certains cas, les prolongements antérieurs des lames latérales du mésoderme continuent à s'accroître, malgré l'interposition de la tête, et viennent se réunir au-dessus d'elle, au lieu de se réunir au-dessous, comme dans l'état normal. Alors, les blastèmes cardiaques pourront s'unir et formeront un cœur unique, mais placé sur la région dorsale de l'embryon.

» J'ai signalé ces faits dès 1877. Le nombre considérable de monstres omphalocéphales que j'ai pu soumettre à mes études m'a permis de suivre pas à pas les différentes phases de cette monstruosité. Or, dans ces derniers temps, les expériences de M. Warynski ont pleinement confirmé l'exactitude de la théorie que j'avais déduite de mes observations. Il a produit directement des monstres omphalocéphales, en abaissant dans le jaune la tête d'embryons très jeunes, à l'aide d'un petit scalpel à tranchant émoussé. Remis en incubation, ces embryons devenaient omphalocéphales.

» M. Warynski suppose que la cause de l'omphalocéphalie est une pression exercée sur la tête de l'embryon par la coquille de l'œuf. Serait-ce la cause qui fait que l'omphalocéphalie n'existe que chez les Oiseaux, tandis qu'on ne l'a jamais rencontrée chez l'Homme et chez les Mammifères, dont l'embryon n'est entouré que de membranes molles et plus ou moins flexibles?

» Toutefois, cette explication de l'omphalocéphalie, toute exacte qu'elle était, restait insuffisante. En effet, dans l'état normal, le cœur, formé par la réunion des deux blastèmes cardiaques, est situé dans une cavité, la chambre cardiaque, cavité qui se produit dans l'épaisseur de la paroi antérieure du pharynx, par la séparation des deux feuillets, ectodermique et entodermique, qui la constituent. Comment se fait-il que le cœur unique ou les deux cœurs des omphalocéphales soient en dehors de la chambre cardiaque?

» Pendant longtemps, je n'ai pu répondre à cette question, parce que je m'efforçais de retrouver le pharynx et la chambre cardiaque dans ces monstres omphalocéphales. Mais, j'ai fini par reconnaître que le pharynx et la chambre cardiaque font défaut chez ces monstres, qui sont complètement privés de l'intestin antérieur. La tête, infléchie de haut en bas et d'avant en arrière, s'engage dans la gouttière abdominale, où elle est bordée latéralement par les deux replis des splanchnopleures, qui sont le point de départ du mésentère, et dont elle empêche l'union sur la ligne médiane. Cette union se produit au delà de la tête, et ainsi se forme la paroi supérieure de l'intestin dans les régions moyenne et postérieure du corps.

» Ainsi s'expliquent tous les faits de l'omphalocéphalie. Dans mes premières études sur cette monstruosité, j'avais cru pouvoir la considérer comme une hernie ombilicale de la tête. Cette désignation n'exprimait qu'une apparence, puisque l'absence de l'intestin antérieur entraîne nécessairement l'absence de l'ombilic.

» L'omphalocéphalie se rattache, comme on vient de le voir, au mode de formation du cœur et à sa dualité primitive. Cette dualité, découverte par moi chez les Oiseaux, a été constatée dans l'embryon du Lapin par MM. Hensen et Kœlliker, et dans l'embryon de plusieurs poissons osseux par MM. Kupffer et Henneguy. Si on ne l'a pas découverte, jusqu'à présent, dans toutes les classes de l'embranchement des animaux vertébrés, c'est que son existence n'a qu'une très courte durée et qu'il est fort difficile de rencontrer des embryons à ce moment précis de leur existence. »

ZOOLOGIE. — *Sur l'organisation des collections de Malacologie au Muséum d'Histoire naturelle*. Note de M. **Edmond Perrier**, présentée par M. de Quatrefages.

« L'aménagement dans les nouvelles galeries du Muséum des collections de Malacologie était une occasion de refondre le classement de ces collections. Il était indispensable, pour donner à ce travail une valeur durable, de combler un certain nombre de lacunes que présentait la Science relativement à l'organisation des Mollusques. J'ai partagé la tâche entre plusieurs de mes élèves. En ce qui concerne le groupe si important des Gastéropodes prosobranches, M. Bouvier a étudié le système nerveux; M. Félix Bernard, les dépendances du manteau; M. Rémy Perrier, l'appareil rénal, ses rapports avec le péricarde et l'appareil circulatoire. M. Ménégaux a entrepris des recherches analogues sur les Mollusques lamellibranches.

De cet ensemble coordonné de travaux comparatifs est résultée la classification que j'ai appliquée à la collection du Muséum, qui ne comprend pas moins de 67935 coquilles de Prosobranches. Empruntant tour à tour les caractères de cette classification aux branchies, au cœur, aux reins, au système nerveux, enfin à l'appareil digestif, j'ai cherché à lui faire remplir les conditions d'une classification naturelle. La collection de Malacologie du Muséum comprend les espèces fossiles et les vivantes. Une classification qui représenterait à la fois les résultats des recherches paléontologiques et ceux des recherches anatomiques serait plus près de la perfection que celle qui ne représenterait que l'une ou l'autre de ces données. J'ai essayé d'imprimer à la collection du Muséum ce double caractère, et la disposition adoptée permettra de juger un jour de la valeur de la doctrine de la descendance. Les dénominations usitées pour désigner les subdivisions de la classe des Gastéropodes ne font, en général, allusion qu'aux caractères fournis par l'appareil respiratoire ou par la *radula*. La même forme de dénomination est parfois appliquée à une sous-classe (*Prosobranches*), à un ordre (*Pectinibranches*), à un sous-ordre (*Zygobranches*) ou même à un genre (*Pleurobranches*). Cette nomenclature expose à des confusions et donne l'impression d'un système artificiel. Dans la collection du Muséum, les dénominations adoptées sont empruntées aux différents systèmes organiques.

» Les types de Prosobranches qui, dans la nature actuelle, représentent les formes les plus anciennes de ce groupe, ont, comme les Lamellibranches, deux oreillettes au cœur, deux reins, souvent deux branchies ; le ventricule du cœur traversé par le rectum, une commissure nerveuse labiale; ils manquent d'appareil copulateur, et leur coquille est ordinairement revêtue d'une nacre irisée et brillante comme celle d'autres Mollusques de type ancien (Aviculidæ, Nautilidæ). Nous avons appliqué à ces Prosobranches, désignés souvent sous les noms de *Scutibranches* (Cuvier) ou d'*Aspidobranches* (Schweigger), la dénomination de *Diotocardes*, à laquelle Mörch, en 1859, avait donné une signification beaucoup trop étendue. Chez les Diotocardes, il peut y avoir deux reins de même structure (*Fissurella*), deux reins de structure dissemblable (*Haliotis*, *Turbo*, *Trochus*) ou un seul rein (*Nerita* et genres voisins); d'où leur division en *Homonéphridés*, *Hétéronéphridés*, *Mononéphridés*, différente de celle qui est adoptée dans les Ouvrages les plus récents. On faisait jusqu'ici des *Patellidæ* des *Scutibranches docoglosses*. Mais le cœur des *Patellidæ* est tout autrement

construit que celui des autres Mollusques (Paul Bert); ces animaux constituent, dans la collection du Muséum, le sous-ordre des *Hétérocardes*. Le sous-ordre des *Monotocardes* correspond aux Pectinibranches des auteurs. La considération du système nerveux (Bouvier), celle du rein (R. Perrier) concordent avec la structure de la *radula* pour permettre de diviser les Monotocardes en *Ténioglosses* (Ténioglosses et Pténoglosses de Troschel) et *Sténoglosses* (Rhachiglosses et Toxiglosses); les caractères de la région buccale et ceux des reins s'accordent pour justifier la répartition des Ténioglosses en trois groupes bien délimités par M. Bouvier et que j'ai introduits dans la classification du Muséum : ceux des *Rostrifères* à mufle contractile et à rein unilobé; des *Proboscidifères* à mufle rétractile, à rein divisé en deux lobes de même structure; les *Semi-Proboscidifères*, à rein divisé en deux lobes de structure dissemblable. Les Sténoglosses sont un groupe des plus homogènes. Leur division en Rhachiglosses et Toxiglosses était déjà considérée comme artificielle par M. Bouvier. L'étude de l'appareil rénal a montré que les anciens Toxiglosses peuvent demeurer réunis, mais il faut y joindre les *Volutidæ*, les *Olividæ* et les *Marginellidæ*, ainsi que très probablement les *Concholepas;* au contraire, les *Harpidæ* ont été reportés auprès des *Buccinidæ* (Rémy Perrier). Les résultats des recherches de M. Félix Bernard, et en premier lieu ceux qui sont relatifs à la fausse-branchie, concordant avec les précédents, ces modifications dans la systématique ont pu être de même immédiatement adoptées.

» La collection des Prosobranches du Muséum, ainsi remaniée, entièrement exposée pour la première fois, permet de mettre immédiatement en évidence les rapports naturels des divers groupes de Mollusques, tels que conduit à les concevoir l'ensemble des recherches précédemment rappelées, faites à mon instigation et sous mes yeux. Elle met en relief quelques traits remarquables de l'évolution paléontologique des Gastéropodes. Les représentants actuels des plus anciens de ces animaux sont beaucoup moins asymétriques et plus près des Lamellibranches que les représentants des formes plus récemment apparues. A mesure que des formes modifiées apparaissent, la nacre perd son éclat, les ganglions nerveux se différencient plus nettement, des connections directes (Zygoneurie) s'établissent entre eux; mais avant que ces phénomènes se produisent, une des branchies a avorté, ainsi que l'un des organes de Spengel; peu à peu les deux reins, d'abord inégaux, prennent une structure différente; puis l'un deux avorte (*Neritidæ*) ou se fusionne à ce point avec le

plus développé qu'il semble n'en être plus qu'une dépendance (Monotocardes); l'apparition d'un appareil copulateur et finalement la disparition d'une oreillette du cœur coïncident avec cette transformation. Les Prosobranches carnivores (Sténoglosses), dont l'apparition a été relativement tardive, se font remarquer par le développement de leur siphon respiratoire qui détermine le prolongement en gouttière ou l'échancrure de l'ouverture de leur coquille, et par le perfectionnement de leur organe de Spengel; mais ils partagent ces caractères avec une partie des Ténioglosses.

» La collection des Polypiers, qui comprend environ 5000 spécimens, a été également classée de manière à faire concorder la succession paléontologique de ces animaux avec leurs modifications graduelles. Ce travail a été confié à M. Félix Bernard, aide naturaliste. J'ai appliqué la même méthode aux Échinodermes (3000 spécimens). Satisfaisantes dans leur ensemble, les collections malacologiques du Muséum présentent des lacunes qu'il importerait, pour l'honneur de la Science française, de faire disparaître. Pour cela, nous demandons à l'Académie la permission de faire ici appel à la bonne volonté des naturalistes et des voyageurs qui portent intérêt à nos collections nationales. »

ZOOLOGIE. — *Sur le développement des feuillets blastodermiques chez les Géphyriens tubicoles* (Phoronis Sabatieri, *nov. sp.*). Note de M. **Louis Roule**, présentée par M. A. Milne-Edwards.

« Les facilités d'étude offertes par la Station zoologique de Cette et l'abondance des matériaux m'ont permis d'examiner, avec toute la précision désirable, les premiers phénomènes du développement des *Phoronis Sabatieri*, et surtout le mode de formation des feuillets blastodermiques. C'est à élucider ce processus évolutif que je me suis attaché de préférence, car il constitue le fait capital de toute embryogénie ; et j'ai ainsi complété les observations déjà anciennes effectuées par un certain nombre d'auteurs, notamment par Kowalewsky.

» L'ovule fécondé subit une segmentation totale fort régulière, et l'on suit tous les passages depuis la bipartition primordiale jusqu'au stade 32 ; la jeune morula, composée de trente-deux blastomères, ne possède point encore de cavité centrale, et les divisions cellulaires se sont effectuées suivant toutes les directions. A dater de ce moment, la plupart des seg-

mentations seront radiales, et un petit blastocèle commencera à apparaître pour grandir peu à peu ; la morula se transforme ainsi par degrés en une blastula creusée d'un blastocèle dont le diamètre égale environ l'épaisseur du blastoderme. Cette épaisseur est la même dans toute l'étendue du blastoderme, qui est constitué par une seule couche de cellules cylindriques assez larges. La blastula jeune est sphérique, ou peu s'en faut, et, par suite, le blastocèle est également sphérique ; cet aspect ne persiste pas. La blastula s'aplatit latéralement, prend d'abord une forme ovalaire, puis discoïdale ; il en est de même pour le blastocèle. Ensuite, lorsque la blastula présente l'aspect d'un disque aplati sur deux faces et constitué par deux couches cellulaires que sépare l'étroit blastocèle, elle se déprime en son centre, et revêt en premier lieu l'aspect d'une cuvette ; puis, cette dépression devenant de plus en plus profonde, la blastula s'incurve et se transforme en un corps globuleux, dont le centre est occupé par la dépression qui ne cesse point de communiquer avec le dehors par un orifice assez large.

» L'embryon est arrivé alors au stade gastrula. Cette gastrula ne provient pas de l'invagination d'une partie du blastoderme dans la cavité blastocélienne, mais de l'incurvation du blastoderme entier. Comme la blastula s'était aplatie avant de subir toutes ces modifications, chacune des faces du disque blastulaire répondait à une moitié du blastoderme total; la moitié qui limite immédiatement la dépression centrale devient le mésendoblaste ou endoderme primitif, et la seconde moitié, placée en dehors de la première, produit l'ectoblaste; la dépression elle-même n'est autre que l'archentéron. Le blastocèle se rétrécit beaucoup pendant que ces processus s'effectuent; aussi l'ectoblaste n'est-il séparé du mésendoblaste que par un espace fort étroit.

» L'ouverture qui fait communiquer l'archentéron avec le dehors, ou blastopore, est d'abord située à l'un des pôles de la gastrula; elle ne tarde pas à devenir excentrique par suite d'un accroissement plus intense d'une des régions du corps de l'embryon. Ce corps est ainsi divisé en deux parties; l'une préorale ou placée en avant du blastopore, et l'autre postorale ou placée en arrière. Lorsque la région postorale a acquis une taille suffisante pour donner à la larve entière la forme d'un ovale allongé, la région préorale grandit de façon à surplomber le blastopore. En même temps, l'ectoblaste entier se couvre de cils vibratiles, qui permettent à la jeune larve de se déplacer quelque peu.

» Les deux feuillets blastodermiques primitifs des Célomates, l'ectoblaste et le mésendoblaste, sont seuls représentés jusqu'ici; il existe pourtant dans l'étroit blastocèle un petit nombre de cellules épaisses, provenant du mésendoblaste, et formant un mésenchyme primaire. Plusieurs modifications vont intervenir ensuite, et donner à la larve sa structure définitive, précédant son changement en *Actinotrocha*. L'archentéron se perce d'une seconde ouverture, située vers l'extrémité de la région postorale, et qui lui permet de communiquer avec l'extérieur; cette seconde ouverture devient l'anus de l'*Actinotrocha*, et le blastopore persiste pour former la bouche. Les cellules ectoblastiques qui garnissent le sommet de la région préorale s'allongent beaucoup et produisent ainsi une petite plaque céphalique. Enfin, les cellules du mésendoblaste voisines de l'anus prolifèrent, de manière à engendrer un petit nombre d'éléments qui parviennent dans le blastocèle; ces éléments sont les initiales mésoblastiques. Ces initiales donnent naissance, en se segmentant, à quelques cellules mésenchymateuses qui vont se joindre aux autres, et à deux amas compacts qu'il est permis de considérer comme des bandelettes mésoblastiques. Le mésendoblaste s'est donc scindé en un endoblaste qui continue à entourer l'archentéron, et un mésoblaste qui va poursuivre son évolution dans la cavité blastocélienne.

» Dans son ensemble, le développement des feuillets blastodermiques chez les *Phoronis* rappelle donc celui que l'on est habitué à trouver chez les larves du type *Trochophora;* le nombre des initiales mésoblastiques, supérieur à deux, montrerait seul un indice d'infériorité, et permet d'admettre que la dualité des initiales chez les Trochozoaires est la simplification d'une pluralité primordiale, semblable à celle qui existe chez les larves de certains Plathelminthes. »

BOTANIQUE. — *Sur la castration androgène du* Muscari comosum *Mill. par l'*Ustilago Vaillantii *Tul., et quelques phénomènes remarquables accompagnant la castration parasitaire des Euphorbes.* Note de M. **Ant. Magnin**, présentée par M. Duchartre.

« I. L'altération, par l'*Ustilago Vaillantii* Tul., des fleurs stériles qui forment la houppe terminale de l'inflorescence du *Muscari comosum* Mill. a été signalée depuis longtemps, mais d'une manière inexacte, par M. Gro-

gniot [1]; c'est avec raison que M. Giard, dans une Note récente [2], a fait des réserves sur l'interprétation donnée par ce botaniste et soupçonné qu'il s'agissait ici d'une castration parasitaire.

» On sait, en effet, que, dans les pieds sains du *M. comosum*, les fleurs de la houppe sont absolument dépourvues d'étamine et d'ovaire, les plus extérieures seules pouvant présenter des traces à peine visibles de ces organes.

» Or, dans les plantes envahies par l'*Ustilago*, la houppe terminale existe, mais plus ou moins modifiée : si la plante est fortement atteinte, la plupart des fleurs de cette houppe, surtout les extérieures, sont envahies par le parasite; leur corolle est, comme celle des fleurs complètes, pleine de spores; mais, si l'on enlève, avec soin, cette masse pulvérulente, on constate la présence d'étamines aussi volumineuses que celles des fleurs complètes formant le reste de l'inflorescence. Ces fleurs mâles ustilaginisées sont déformées; leur pédicelle est plus court, plus épais, plus étalé qu'à l'ordinaire; un examen superficiel peut alors faire croire à l'absence de la houppe normale, ce qui explique l'erreur dans laquelle est tombé Grogniot; on trouve, du reste, tous les intermédiaires entre les houppes complètement transformées et celles où quelques-unes seulement des fleurs extérieures sont atteintes, les pédicelles des autres fleurs conservant les caractères de longueur, de minceur, de coloration et de direction des pédicelles des fleurs stériles des plantes saines.

» D'autre part, il n'y a pas retour complet de ces fleurs stériles à l'état normal : la fleur mâle ustilaginisée reste toujours de petite taille, et je n'ai pu, jusqu'à présent, y observer d'ovaire, quoique les mycologues indiquent cet organe comme un de ceux dans lesquels l'*Ustilago* produit ses spores.

» C'est donc bien un nouveau cas, remarquable par sa netteté, de castration parasitaire absolument *androgène*.

» II. La castration gonotome de l'*Euphorbia cyparissias* L. par l'*Æcidium* de l'*Uromyces Pisi* de Bary est aussi bien connue; cependant, l'examen

---

[1] *Plantes cryptogames-cellulaires du département de Saône-et-Loire*, p. 159; 1863 : « L'*Ustilago* empêche, dit-il, le développement des houppes qui couronnent les fleurs. »

[2] *Bulletin scientifique de la France et de la Belgique*, 3e série, 2e année, fascicules I-IV, p. 156; 1889.

de nombreux sujets, parmi lesquels plusieurs portaient des fleurs, malgré la présence du parasite, m'a permis de constater des faits intéressants résumés dans les conclusions suivantes :

» 1° Outre les altérations produites dans l'appareil végétatif, élongation et épaississement de l'axe, déformation et épaississement des feuilles, etc., la présence du parasite détermine ordinairement l'avortement complet de l'inflorescence; on peut cependant rencontrer des pieds parasités fleuris, mais dont toutes les parties de l'inflorescence, axes primaires et secondaires, bractées, sépales, glandes en croissant, ovaires et styles, sont plus ou moins déformées et couvertes de péridiums et surtout de spermogonies (1); je signale particulièrement l'allongement et l'épaississement de l'entre-nœud situé entre les bractées et le périanthe, l'épaississement et la rigidité du pédicelle de l'ovaire, l'avortement des étamines; ce dernier fait montre que l'action abôrtive du parasite s'exerce principalement sur l'organe mâle.

» 2° Dans les plantes dépourvues d'inflorescence, les péridiums et les spermogonies deviennent le siège d'une sécrétion qui est produite, dans les plantes saines fleuries, par les glandes en croissant du périanthe; cette sécrétion est facile à constater dans les inflorescences, surtout à certains moments de la journée, dans des conditions favorables de milieux (humidité, température, éclairage), où elle est alors révélée, même à distance, par une forte *odeur miellée* tout à fait caractéristique; cette odeur devient vireuse quand la plante est arrachée et conservée à l'obscurité. Or, les pieds d'Euphorbes dépourvus d'inflorescence, mais couverts de péridiums et de spermogonies (2), donnent une sécrétion identique, présentant les mêmes caractères, les mêmes variations d'intensité et d'odeur, survenant sous les mêmes influences que celles qui modifient la sécrétion des glandes en croissant. Il est superflu d'ajouter que les Euphorbes saines, non fleuries, ne présentent rien de semblable. C'est là, croyons-nous, un fait très remarquable; car, aucun des rôles que l'on a attribués aux nectaires ne peut être invoqué ici, fécondation par les insectes, nutrition du fruit ou

---

(1) Quand le parasite développe des appareils reproducteurs dans les fleurs, ce sont surtout des spermogonies qui apparaissent, ainsi que je l'ai constaté pour les sépales et les carpelles des Euphorbes, les sépales pétaloïdes des *Anemone nemorosa* et *ranunculoides*.

(2) J'ai vu le même phénomène sur des pieds d'*Euphorbia cyparissias* et d'*E. verrucosa* ne portant que des spermogonies.

des ovules; cette sécrétion par les spermogonies nous paraît être une sorte de *fonction-témoin*, conservée pour répondre à une habitude physiologique de la plante et s'effectuant par un appareil reproducteur parasitaire, qui supplée ainsi la glande absente, siège normal de la fonction. »

PÉTROGRAPHIE. — *Sur la syénite éléolithique de Montréal (Canada) et sur les modifications de contact endomorphes et exomorphes de cette roche.* Note de M. **A. Lacroix**, présentée par M. Fouqué.

« Au cours d'une mission au Canada effectuée en 1888, j'ai eu l'occasion d'étudier les roches éruptives qui se trouvent dans les calcaires du silurien inférieur de Montréal. Ces derniers (*Chazy* et *Trenton formations*) sont percés tout d'abord par des *diabases amphiboliques et micacées* et des *gabbros à olivine*. Ces roches sont à grands éléments et possèdent une structure ophitique des plus nettes; dans quelques-unes d'entre elles, postérieurement à la cristallisation du feldspath, il s'est développé de la *néphéline* et de la *sodalite* en grandes plages. La roche passe alors à la *teschénite* de la classification de MM. Fouqué et Michel Lévy.

» La *syénite éléolithique*, qui fait plus particulièrement l'objet de cette Note, est postérieure à ces roches basiques. Les unes et les autres, tout aussi bien que les calcaires, sont traversées par de nombreux filons minces de roches compactes noires, de composition pétrographique différente, mais constituant une famille géologique comparable à celle des *porphyrites* du Morvan et du plateau central de la France. Ce sont des *porphyrites micacées*, des *porphyrites augitiques et micacées* avec ou sans grands cristaux de pyroxène et d'amphibole, des *porphyrites amphiboliques*, des *augitites*, enfin des *néphélinites* parfois riches en ægyrine et en zéolithes secondaires.

» Les conglomérats du silurien inférieur (*Lower Heldersberg*) de l'île Sainte-Hélène, près Montréal, renferment des galets roulés de roches analogues à ces porphyrites.

» Toutes les roches éruptives de Montréal se sont donc vraisemblablement épanchées entre le silurien inférieur et le silurien supérieur.

» La *syénite éléolithique* est, en général, à grains fins, bien que présentant des variétés pegmatoïdes à grands éléments, rappelant celles de Norvège. Les minéraux constitutifs sont : *apatite, sphène, zircon, ilménite* et *magnétite, pyroxène, amphibole* du groupe de la *barkevicite, biotite, albite,*

orthose et *anorthose, sodalite, néphéline,* ainsi que quelques minéraux rares (*œnigmatite, allanite*), parfois localisés dans les roches à grands éléments (*astrophyllite*); dans ces dernières, on trouve, en outre, fréquemment de l'*œgyrine* et divers produits secondaires formés aux dépens de la néphéline (*cancrinite, analcime, mésotype, hydronéphélite*). La sodalite et la néphéline sont souvent transformées en mica blanc secondaire, donnant lieu à des pseudomorphoses comparables à la *gieseckite*.

» Les minéraux lourds (*sphène, apatite*), puis les minéraux ferromagnésiens sont englobés par les feldspaths que moulent la néphéline et la sodalite. Le *zircon* est de formation postérieure à celle des minéraux colorés, probablement même à une partie des feldspaths. Ces derniers sont aplatis suivant g^1 (010), laissant entre eux des vides remplis par la sodalite et la néphéline. Dans certains cas, on observe plusieurs stades dans la cristallisation des feldspaths. Lorsque l'aplatissement de ces derniers minéraux s'exagère, la roche prend un aspect phonolithique. Plusieurs filons minces ont même fourni des roches difficiles à distinguer de véritables *phonolithes*.

» Au contact de ces syénites et des calcaires, on observe dans la roche éruptive des modifications endomorphes aussi bien que des actions métamorphiques subies par le calcaire.

» *Modifications endomorphes.* — La syénite s'enrichit d'ordinaire en pyroxène, s'appauvrit en amphibole. Les feldspaths tricliniques deviennent plus abondants; l'*oligoclase* domine parmi eux; du *grenat* brun rouge se développe parfois en grande quantité, ainsi que de la *cancrénite*. Consécutivement, la structure se modifie, les feldspaths tricliniques sont encore aplatis, mais ils ne sont plus enchevêtrés les uns dans les autres; ils sont moulés par un assemblage greuu d'orthose et de néphéline. Parfois, ces microlites de feldspath triclinique s'orientent parallèlement à la surface de contact, simulant une fausse fluidalité. Dans quelques cas plus rares, on observe des grands cristaux souvent brisés, disséminés dans une pâte grenue; la roche offre l'apparence d'un *microgranite*. Ces roches de contact tendent à des roches offrant deux temps distincts de consolidation.

» *Modifications exomorphes.* — Le calcaire silurien est extrêmement cristallin dans la butte du Mont-Royal, où s'observe la principale masse de la syénite éléolithique que nous étudions. De nombreuses plaques minces ont pu être obtenues, montrant le contact immédiat du calcaire et de la syénite. La ligne de jonction de ces deux roches est tantôt formée par une zone de grenats ou de cancrinite, tantôt, au contraire, par un mélange grenu de pyroxène, grenat, wollastonite, au delà duquel s'observent de

larges lamelles de calcaire moulant des grains arrondis des mêmes minéraux. L'intensité du métamorphisme, la nature et les proportions relatives des minéraux formés sont très variables à quelques centimètres de distance. On observe fréquemment des concentrations constituées exclusivement par des silicates grenus (*wollastonite*, *pyroxène*, *grenat* parfois accompagné de *feldspath* et de *perowskite* intimement associée au grenat). Ces roches présentent de remarquables analogies avec certaines *pyroxénites* des gneiss et avec les *cornes vertes* décrites par M. Michel Lévy au contact des diabases et des roches précambriennes du Beaujolais. »

PATHOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Action des produits solubles microbiens sur l'inflammation*. Note de MM. **Charrin** et **Gamaleia**, présentée par M. Bouchard.

« Il a été établi (Buchner, Bouchard) que l'intensité de la lésion locale due à un microbe est, le plus souvent, proportionnelle à la résistance de l'animal inoculé. On a en outre démontré que la richesse de cette lésion locale en leucocytes est habituellement, sauf les cas de vaccination absolue, en raison directe de cette résistance de l'animal. Dans le but d'expliquer la présence ou l'absence de ces leucocytes, suivant l'état d'immunité ou de réceptivité, des auteurs ont pensé que, dans le premier cas, les globules blancs étaient attirés par les sécrétions bactériennes, ou tout au moins accoutumés à leur action, action qui, dans le second cas, exerçait un effet de répulsion ou de paralysie.

» La propriété qu'ont les produits solubles d'empêcher la sortie des leucocytes vient d'être mise hors de doute par des expériences de M. Bouchard (*Actions des produits sécrétés par les microbes pathogènes*. Hommage offert à la Faculté de Médecine de Montpellier, le 23 mai 1890). Cet expérimentateur a en effet prouvé que, si l'on injecte certaines cultures stérilisées, on arrête la diapédèse. Les faits suivants viennent à l'appui de cette observation.

» Si l'on frotte avec de l'huile de croton, suivant le procédé de Samuel, les oreilles des lapins, on voit, au bout de quatre heures, de la rougeur, du gonflement, et, au bout de huit heures, une exsudation très abondante, s'accompagnant parfois de la formation de phlyctènes. Mais si, après avoir fait subir aux animaux la même préparation à l'huile de croton, on a soin de leur injecter 4 à 6 fois dans les veines, de deux heures en deux heures,

5^{cc} à 8^{cc} par kilogramme de culture pyocyanique stérilisée, aucun des phénomènes précédents n'a lieu; les altérations ne surviennent que le lendemain, si, pour cause de toxicité, l'on cesse les injections. Il en résulte que les sécrétions d'agents pathogènes donnés peuvent agir sur l'inflammation dans son ensemble, empêcher la congestion et la transsudation plasmatique, comme aussi la diapédèse.

» Les produits solubles agissent-ils directement sur les vaisseaux ou par l'intermédiaire des nerfs? Ce sont des questions que nous espérons éclaircir. Nous tâcherons également de savoir quelles sont les autres substances capables, à des degrés divers, de réaliser les mêmes effets. »

M. A. Besson adresse un Mémoire « sur un projet d'hélice ».

M. Fréd. Berr adresse une Note « sur un système de son invention pour l'arrêt des navires en marche ».

M. Pigeon adresse une Note « sur la cause des épidémies ».

La séance est levée à 4 heures et demie. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 2 juin 1890.

Actions des produits sécrétés par les microbes pathogènes; par Ch. Bouchard, professeur à la Faculté de Médecine de Paris, membre de l'Institut. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1890; in-4°.

Traité descriptif des maladies de la peau; par Henri Leloir et Émile Vidal. Paris, G. Masson, 1890. 2e livraison; in-8°. (Présenté par M. Verneuil.)

Association française pour l'avancement des Sciences. Congrès de Paris, 1889. *Trombes de mer; par* le Dr Bonnafont. Paris, Hôtel des Sociétés savantes; br. in-8°.

Traité de Zoologie; par Edmond Perrier, professeur au Muséum d'His-

toire naturelle, fascicule Ier. Paris, F. Savy; in-8°. (Présenté par M. de Quatrefages.)

Entretien sur l'insubmersibilité; par CH. LABROUSSE, ancien lieutenant de vaisseau. Paris, E. Capiomont et Cie, 1889; br. in-12. (Renvoi au concours des Arts insalubres.)

L'unification des heures; par M. W. DE NORDLING. Paris, au siège de la Société de Géographie, 1890; br. in-8°.

Congrès international des Électriciens, Paris, 1889. *Comptes rendus des travaux.* Paris, Gauthier-Villars et fils, 1890; in-8°. (Présenté par M. Mascart.)

Bulletin de la Société industrielle de Rouen, 18e année, n° 1. Rouen, Émile Deshays et Cie, 1890; in-8°.

Contribution à l'anatomie des races humaines; par L. TESTUT, professeur d'Anatomie à la Faculté de Médecine de Lyon. (Présenté par M. de Quatrefages.) (Renvoyé au concours Montyon, Médecine et Chirurgie.)

Dictionnaire populaire illustré d'Histoire naturelle; par J. PIZZETTA. Paris, A. Hennuyer, 1890; in-4°. (Présenté par M. Blanchard.) (Renvoyé au concours du prix Jérôme Ponti.)

Traité théorique et pratique d'Électrochimie; par DONATO TOMMASI, docteur ès Sciences. Paris, L. Bernard et Cie, 1890; in-8°. — *Traité des piles électriques.* Paris, Georges Carré, 1890; in-8°. — *Annuaire de la Chimie industrielle et de l'Électrochimie; par* DONATO TOMMASI. 1re année, 1889. Paris, Bernard Tignol.

(Ces trois Volumes sont présentés par M. Schützenberger et renvoyés au concours du prix Jérôme Ponti.)

ERRATA.

(Séance du 27 mai 1890.)

Notice de M. *Cornu* sur les travaux de M. *Louis Soret* :

Page 1045, première ligne de la Note, *au lieu de* 39 juin, *lisez* 30 juin.

N° 22.

TABLE DES ARTICLES. (Séance du 2 juin 1890.)

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

CORRESPONDANCE.

N° 22.

SUITE DE LA TABLE DES ARTICLES.

PARIS. — IMPRIMERIE GAUTHIER-VILLARS ET FILS,
Quai des Grands-Augustins, 55.

1890

PREMIER SEMESTRE.

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

TOME CX.

N° 23 (9 Juin 1890).

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS ET FILS, IMPRIMEURS-LIBRAIRES

DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

Quai des Grands-Augustins, 55.

1890

RÈGLEMENT RELATIF AUX COMPTES RENDUS,

Adopté dans les séances des 23 juin 1862 et 24 mai 1875.

Les *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie* se composent des extraits des travaux de ses Membres et de l'analyse des Mémoires ou Notes présentés par des savants étrangers à l'Académie.

Chaque cahier ou numéro des *Comptes rendus* a 48 pages ou 6 feuilles en moyenne.

26 numéros composent un volume.

Il y a deux volumes par année.

Article 1er. — *Impression des travaux de l'Académie.*

Les extraits des Mémoires présentés par un Membre ou par un Associé étranger de l'Académie comprennent au plus 6 pages par numéro.

Un Membre de l'Académie ne peut donner aux *Comptes rendus* plus de 50 pages par année.

Les communications verbales ne sont mentionnées dans les *Comptes rendus*, qu'autant qu'une rédaction écrite par leur auteur a été remise, séance tenante, aux Secrétaires.

Les Rapports ordinaires sont soumis à la même limite que les Mémoires; mais ils ne sont pas compris dans les 50 pages accordées à chaque Membre.

Les Rapports et Instructions demandés par le Gouvernement sont imprimés en entier.

Les extraits des Mémoires lus ou communiqués par les correspondants de l'Académie comprennent au plus 4 pages par numéro.

Un Correspondant de l'Académie ne peut donner plus de 32 pages par année.

Dans les *Comptes rendus*, on ne reproduit pas les discussions verbales qui s'élèvent dans le sein de l'Académie; cependant, si les Membres qui y ont pris part désirent qu'il en soit fait mention, ils doivent rédiger, séance tenante, des Notes sommaires, dont ils donnent lecture à l'Académie avant de les remettre au Bureau. L'impression de ces Notes ne préjudicie en rien aux droits qu'ont ces Membres de lire, dans les séances suivantes, des Notes ou Mémoires sur l'objet de leur discussion.

Les Programmes des prix proposés par l'Académie sont imprimés dans les *Comptes rendus*, mais les Rapports relatifs aux prix décernés ne le sont qu'autant que l'Académie l'aura décidé.

Les Notices ou Discours prononcés en séance publique ne font pas partie des *Comptes rendus*.

Article 2. — *Impression des travaux des Savants étrangers à l'Académie.*

Les Mémoires lus ou présentés par des personnes qui ne sont pas Membres ou Correspondants de l'Académie peuvent être l'objet d'une analyse ou d'un résumé qui ne dépasse pas 3 pages.

Les Membres qui présentent ces Mémoires sont tenus de les réduire au nombre de pages requis. Le Membre qui fait la présentation est toujours nommé; mais les Secrétaires ont le droit de réduire cet Extrait autant qu'ils le jugent convenable, comme ils le font pour les articles ordinaires de la correspondance officielle de l'Académie.

Article 3.

Le *bon à tirer* de chaque Membre doit être remis à l'imprimerie le mercredi au soir, ou, au plus tard, le jeudi à 10 heures du matin; faute d'être remis à temps, le titre seul du Mémoire est inséré dans le *Compte rendu* actuel, et l'extrait est renvoyé au *Compte rendu* suivant, et mis à la fin du cahier.

Article 4. — *Planches et tirage à part.*

Les *Comptes rendus* n'ont pas de planches.

Le tirage à part des articles est aux frais des auteurs; il n'y a d'exception que pour les Rapports et les Instructions demandés par le Gouvernement.

Article 5.

Tous les six mois, la Commission administrative fait un Rapport sur la situation des *Comptes rendus* après l'impression de chaque volume.

Les Secrétaires sont chargés de l'exécution du présent Règlement.

Les Savants étrangers à l'Académie qui désirent faire présenter leurs Mémoires par MM. les Secrétaires perpétuels sont priés de les déposer au Secrétariat au plus tard le Samedi qui précède la séance, avant 5h. Autrement la présentation sera remise à la séance suivante

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 9 JUIN 1890,

PRÉSIDENCE DE M. HERMITE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

MÉCANIQUE. — *Sur le mouvement d'un prisme, reposant sur deux appuis, soumis à l'action d'une force normale variable suivant une loi particulière, appliquée en un point déterminé de la fibre moyenne;* par M. **H. Resal.**

« Soient

O le point d'application de la force P;
A, A′ les appuis;
Q, Q′ leurs réactions sur le prisme;
$OA = l$, $OA' = l'$;
p la masse de l'unité de longueur du prisme;
μ le moment d'élasticité du prisme;

$$a^4 = \frac{\mu}{p}. \tag{1}$$

La directrice de Oy sera celle de P; on prendra OAx pour OA et $OA'x$ pour OA'.

» On a l'équation connue

$$\frac{\partial^2 y}{\partial t^2} = - a^4 \frac{\partial^4 y}{\partial x^4};$$

on peut y satisfaire en posant

$$y = TX,$$

T, X étant respectivement des fonctions de t, x. Si m^2 désigne une constante arbitraire, on posera

$$\frac{1}{T} \frac{d^2 T}{dt^2} = - \frac{a^4}{X} \frac{d^4 X}{dx^4} = m^2;$$

d'où, en remarquant que $y = 0$ pour $t = 0$, quel que soit x,

$$T = e^{mt} - e^{-mt},$$

sans introduire de constante arbitraire, car une pareille constante ne ferait que multiplier celles que l'on introduira plus loin.

» Si l'on pose encore

(2) $$k = \frac{1}{a} \sqrt{\frac{m}{2}},$$

on a

(3) $$\frac{d^4 X}{dx^4} = - 4k^4 X;$$

d'où, pour OA par exemple, les M, N étant des constantes,

(4) $$X = e^{kx}(M \cos kx + N \sin kx) + e^{-kx}(M_1 \cos kx - N_1 \sin kx).$$

» L'équation (3) donne

(5) $$\int X\, dx = - \frac{1}{4k^4} \frac{d^3 X}{dx^3},$$

et, par une intégration par partie, on obtient

(6) $$\left\{ \begin{aligned} \int X x\, dx &= \int x d.\int X\, dx \\ &= x \int X\, dx - \int dx \int X\, dx = \frac{1}{4k^4}\left(- x \frac{d^3 X}{dx^3} + \frac{d^2 X}{dx^2}\right). \end{aligned} \right.$$

» Pour $x = l$, on doit avoir $y = 0$, $\frac{\partial^2 y}{\partial x^2} = 0$, c'est-à-dire

$$(A) \qquad (X)^l = 0, \qquad \left(\frac{d^2 X}{dx^2}\right)^l = 0.$$

» Pour OA′, on accentuera X, y et les M, N; on aura ainsi

$$(A') \qquad (X')^{l'} = 0, \qquad \left(\frac{d^2 X'}{dx^2}\right)^{l'} = 0.$$

» Nous avons ainsi quatre relations entre les huit inconnues M, N; il s'agit maintenant d'en établir quatre autres.

» Pour $x = 0$, on doit avoir

$$y = y', \qquad \frac{\partial y}{\partial x} = -\frac{\partial y'}{\partial x}$$

ou

$$(B) \qquad \begin{cases} (X)^0 = (X')^0, \\ \left(\frac{dX}{dx}\right)^0 + \left(\frac{dX'}{dx}\right)^0 = 0. \end{cases}$$

» En désignant par A, m des constantes données, soit

$$(7) \qquad P = A(e^{mt} - e^{-mt}).$$

on a, en projetant sur Oy et prenant les moments par rapport à O,

$$Q + Q' + p\left(\int_0^l \frac{\partial^2 y}{\partial t^2} dx + \int_0^{l'} \frac{\partial^2 y'}{\partial t^2} dx\right) = A(e^{mt} - e^{-mt}),$$

$$Ql + p\int_0^l x \frac{\partial^2 y}{\partial t^2} dx = Q'l' + p\int_0^l x \frac{\partial^2 y'}{\partial t^2},$$

et, en remarquant que

$$\frac{\partial^2 y}{\partial t^2} = m^2(e^{mt} - e^{-mt})X, \qquad \frac{\partial^2 y'}{dt^2} = m^2(e^{mt} - e^{-mt})X',$$

il vient

$$Q + Q' + pm^2(e^{mt} - e^{-mt})\left[\int_0^l X\, dx + \int_0^{l'} X'\, dx\right] = A(e^{mt} - e^{-mt}),$$

$$Ql + pm^2(e^{mt} - e^{-mt})\int_0^l Xx\, dx = Q'l' + pm^2(e^{mt} - e^{-mt})\int_0^{l'} X'x\, dx.$$

» Ces équations deviennent, en ayant égard aux valeurs (5) et (6) et en se rappelant que $\left(\frac{d^2X}{dx^2}\right)^l = 0$, $\left(\frac{d^2X}{dx^2}\right)^{l'} = 0$,

$$Q + Q' - \frac{pm^2}{4k^4}(e^{mt} - e^{-mt})\left[\left(\frac{d^3X}{dx^3}\right)_0^l + \left(\frac{d^3X'}{dx^3}\right)_0^{l'}\right] = A(e^{mt} - e^{-mt}),$$

$$Ql - \frac{pm^2}{4k^4}(e^{mt} - e^{-mt})\left[l\left(\frac{d^3X}{dx^3}\right)^l + \left(\frac{d^2X}{dx^2}\right)^0\right] = Q'l' - \ldots$$

ou, en remarquant que $\frac{p}{4k^4} = pa^4 = \mu$,

$$Q + Q' - m^2\mu(e^{mt} - e^{-mt})\left[\left(\frac{d^3X}{dx^3}\right)_0^l + \left(\frac{d^3X'}{dx^3}\right)_0^{l'}\right] = A(e^{mt} - e^{-mt}),$$

$$Ql - m^2\mu(e^{mt} - e^{-mt})\left[l\left(\frac{d^3X}{dx^3}\right)^l + \left(\frac{d^2X}{dx^2}\right)^0\right] = Q'l' - \ldots.$$

» Mais Q, Q' sont les efforts tranchants en A, A', et l'on a, d'après un théorème connu,

$$Q = -\mu\left(\frac{\partial^3 y}{\partial x^3}\right)^l = -\mu(e^{mt} - e^{-mt})\left(\frac{d^3X}{dx^3}\right)^l, \quad Q' = -\mu(e^{mt} - e^{-mt})\left(\frac{d^3X'}{dx^3}\right)^{l'};$$

par suite, après quelques réductions simples,

$$(C)\quad \begin{cases} -(1 + m^2)\left[\left(\frac{d^3X}{dx^3}\right)^l + \left(\frac{d^3X'}{dx^3}\right)^{l'}\right] + m^2\left[\left(\frac{d^3X}{dx^3}\right)^0 + \left(\frac{d^3X'}{dx^3}\right)^0\right] = \frac{A}{\mu}, \\ (1 + m^2)\left[l\left(\frac{d^3X}{dx^3}\right)^l - l'\left(\frac{d^3X'}{dx^3}\right)^{l'}\right] + m^2\left[\left(\frac{d^2X}{dx^3}\right)^0 - \left(\frac{d^2X'}{dx^2}\right)^0\right] = 0. \end{cases}$$

» Les huit équations (A), (B), (C) permettant de déterminer les M et N, le problème, qui m'a été suggéré par une question de pratique, se trouve résolu. »

HYDRODYNAMIQUE. — *Théorie du régime permanent graduellement varié qui se produit près de l'entrée évasée d'un tube fin, où les filets d'un liquide qui s'y écoule n'ont pas encore acquis leurs inégalités normales de vitesse;* par M. **J. Boussinesq.**

« I. Les phénomènes d'écoulement permanent offrent de nombreux cas, auxquels convient le nom de *régime graduellement varié,* où les filets fluides sont presque rectilignes et parallèles sur de grandes longueurs, en ne présentant pas d'ailleurs entre eux, à la traversée d'une section quel-

conque, des inégalités relatives de vitesse très différentes de celles qu'on y observerait dans un régime uniforme. Alors, si l'on suppose, pour fixer les idées, l'axe du courant choisi comme axe des x, la composante longitudinale u de la vitesse d'un filet quelconque éprouve généralement des variations considérables entre deux sections *assez* distantes. Mais il n'en est pas de même de ses composantes transversales v, w, toujours peu sensibles, et, par suite, les accélérations transversales v', w' sont négligeables comparativement à l'*accélération longitudinale* u'. De plus, la petitesse des coefficients de frottement permet de ne garder dans les équations, de tous les termes dus aux frottements, que ceux où figurent la composante principale u ou ses dérivées également finies en y, z, facteurs à côté desquels disparaissent v, w ou leurs dérivées, et aussi, d'après la formule de la conservation des volumes liquides, la dérivée de u en x.

» Dans ces conditions, la pression p varie d'après la simple loi hydrostatique aux divers points d'une section normale quelconque σ, et l'étude d'un régime graduellement varié est très abordable. J'en ai donné la théorie générale, pour les mouvements tourbillonnants ou tumultueux, dans mon *Essai sur les eaux courantes* (*Journal des Savants étrangers*, t. XXIII), et, pour les mouvements bien continus, dans un Mémoire du Volume de 1878 du *Journal de Mathématiques pures et appliquées* (t. IV, p. 335).

» Mais je m'y bornais au cas ordinaire où la variation du mouvement entre les sections fluides consécutives σ est liée à leurs différences de grandeur, en sorte que les changements de vitesse des filets individuels soient du même ordre que ceux de la vitesse moyenne U, quotient du débit par l'aire σ. Or il est certains cas, principalement celui d'un liquide qui, par une entrée évasée, pénètre dans un tube et emploie un assez long parcours à y régulariser ses vitesses, où les changements dont il s'agit, que mesure en chaque endroit la petite dérivée de u en x, sont très sensibles, malgré la constance de la section fluide σ ou, par conséquent, de la vitesse moyenne U; et ils ne peuvent y être solidaires de variations de U qui n'existent pas.

» Il y a donc lieu de voir si les lois générales que j'avais obtenues en admettant une pareille solidarité subsistent sans elle. Je me propose justement, d'abord, de prouver qu'il en est bien ainsi, ou que le mouvement graduellement varié se trouve régi encore par la même équation, avec cette différence, toutefois, que les termes dépendant des variations des deux coefficients $\alpha = \int_\sigma \left(\frac{u}{U}\right)^3 \frac{d\sigma}{\sigma}$, $1 + \eta = \int_\sigma \left(\frac{u}{U}\right)^2 \frac{d\sigma}{\sigma}$ (*Eaux courantes*,

p. 521) y prennent plus d'importance et deviennent de première approximation; en second lieu, de montrer comment ces termes permettent d'évaluer approximativement la portion de la charge qu'absorbent, à l'entrée d'un assez long tube parcouru par un liquide, la production et la régularisation du mouvement.

» II. Commençons par le cas de mouvements *bien continus*, où le coefficient ε des frottements intérieurs est constant et la vitesse près des parois nulle. Alors, si p et $\mathfrak{b}$, fonctions de x, désignent respectivement la pression (*moyenne*) et la hauteur (au-dessus d'un plan horizontal fixe) pour les divers points de l'*axe* du tube; si, de plus, on appelle, afin d'abréger, I la *pente motrice*, définie par la formule

$$(1) \qquad \mathrm{I} = -\left(\frac{d\mathfrak{b}}{dx} + \frac{1}{\rho g}\frac{dp}{dx}\right) = -\frac{d}{dx}\left(\mathfrak{b} + \frac{p}{\rho g}\right),$$

la relation exprimant l'équilibre dynamique de translation, suivant les x, d'un élément quelconque de volume devient aisément

$$(2) \qquad \frac{\varepsilon}{\rho g}\left(\frac{d^2 u}{dy^2} + \frac{d^2 u}{dz^2}\right) + \mathrm{I} = \frac{u'}{g}.$$

» Il faut joindre à cette équation indéfinie, qui concerne tous les points intérieurs (y, z) d'une section normale quelconque σ du courant, une relation spéciale aux divers éléments $d\chi'$ de son contour total χ', éléments évasés où le fluide supporte (par unité d'aire de sa surface) le frottement extérieur

$$(3) \qquad \mathfrak{F} = -\varepsilon\left(\frac{du}{dy}\cos\alpha + \frac{du}{dz}\sin\alpha\right) = -\varepsilon\frac{du}{dn},$$

proportionnel à la dérivée de la vitesse u suivant une normale élémentaire dn à $d\chi'$, issue d'un point intérieur voisin et dont la direction, vers le dehors de la section, sera définie dans le plan de cette section par les cosinus directeurs $\cos\alpha$, $\sin\alpha$. La condition dont il s'agit se réduit à $u = 0$ pour les éléments du contour *mouillé* χ, c'est-à-dire contigus à une paroi, et à $\mathfrak{F} = 0$ ou $\frac{du}{dn} = 0$ pour les éléments $d\chi'$ contigus à une surface libre, s'il y en a de tels.

» Cela posé, prenons la valeur moyenne des termes de (2) pour toute la section σ, en multipliant cette équation (2) par $dy\,dz = d\sigma$, puis intégrant dans toute l'étendue σ et divisant par σ. La transformation, en intégrales relatives au contour χ', des termes du résultat intégrables une fois donne

la formule

$$(4)\qquad \frac{\varepsilon}{\rho g \sigma}\int_{\chi}\frac{du}{dn}d\chi + \mathrm{I} = \frac{1}{g}\int_{\sigma} u'\frac{d\sigma}{\sigma};$$

et, après avoir, par celle-ci, éliminé I de (2), il vient, pour déterminer le mode de distribution des vitesses dans la section σ, c'est-à-dire le rapport $\frac{u}{\mathrm{U}}$ de la vitesse u de chaque filet à la vitesse moyenne ou de débit $\mathrm{U}=\int_\sigma u\frac{d\sigma}{\sigma}$, le système d'équations

$$(5)\quad \begin{cases} \dfrac{d^2\frac{u}{\mathrm{U}}}{dy^2} + \dfrac{d^2\frac{u}{\mathrm{U}}}{dz^2} - \dfrac{1}{\sigma}\displaystyle\int_{\chi}\dfrac{d\frac{u}{\mathrm{U}}}{dn}d\chi = \dfrac{\rho}{\varepsilon \mathrm{U}}\left(u' - \displaystyle\int_{\sigma} u'\dfrac{d\sigma}{\sigma}\right), \\ \dfrac{u}{\mathrm{U}} = 0 \text{ (sur le cont. mouillé)},\quad \dfrac{d\frac{u}{\mathrm{U}}}{dn} = 0 \text{ (sur le cont. libre)},\quad \text{et}\quad \displaystyle\int_{\sigma}\dfrac{u}{\mathrm{U}}\dfrac{d\sigma}{\sigma} = 1. \end{cases}$$

» Appelons φ la fonction de y et z à laquelle se réduit le rapport de u à U quand $u'=0$ ou que le régime est uniforme, fonction définie par les relations, ainsi déduites de (5),

$$(6)\quad \begin{cases} \dfrac{d^2\varphi}{dy^2} + \dfrac{d^2\varphi}{dz^2} - \dfrac{1}{\sigma}\displaystyle\int_{\chi}\dfrac{d\varphi}{dn}d\chi = 0, \\ \varphi = 0 \text{ (sur le cont. mouillé)},\quad \dfrac{d\varphi}{dn} = 0 \text{ (sur le cont. libre)},\quad \displaystyle\int_{\sigma}\varphi\dfrac{d\sigma}{\sigma} = 1, \end{cases}$$

et qui, évidemment indépendante, pour chaque forme de σ, de ses dimensions absolues non moins que de la nature du fluide, se réduit, dans le cas usuel d'un tube circulaire de rayon R, à

$$(7)\qquad \varphi = 2\left(1 - \frac{y^2+z^2}{\mathrm{R}^2}\right) = 2\left(1 - \frac{r^2}{\mathrm{R}^2}\right)$$

pour les points situés à la distance quelconque r de l'axe. En désignant par ϖ le petit excédent

$$(8)\qquad \varpi = \frac{u}{\mathrm{U}} - \varphi,$$

expression des écarts qui existent entre les deux modes de distribution des vitesses dans les deux régimes uniforme et varié, il viendra, si l'on retranche les diverses relations (6) de leurs correspondantes (5) :

$$(9)\quad \begin{cases} \dfrac{d^2\varpi}{dy^2} + \dfrac{d^2\varpi}{dz^2} - \dfrac{1}{\sigma}\displaystyle\int_{\chi}\dfrac{d\varpi}{dn}d\chi = \dfrac{\rho}{\varepsilon \mathrm{U}}\left(u' - \displaystyle\int_{\sigma} u'\dfrac{d\sigma}{\sigma}\right), \\ \varpi = 0 \text{ (sur le cont. mouillé)},\quad \dfrac{d\varpi}{dn} = 0 \text{ (sur le cont. libre)},\quad \displaystyle\int_{\sigma}\varpi\, d\sigma = 0. \end{cases}$$

» III. L'équation cherchée du mouvement permanent, entre la pente motrice I et la vitesse moyenne U ou sa dérivée en x, résulte de la formule (4), mais grâce à des transformations dont la plus importante consiste dans l'évaluation de son premier terme, expression du frottement extérieur total divisé par $\rho g \sigma$ ou rapporté à l'unité de poids du fluide. Pour effectuer cette évaluation, ajoutons les deux premières équations (6), (9) après les avoir multipliées respectivement par $-\varpi\,d\sigma$, $\varphi\,d\sigma$; et puis intégrons les résultats dans toute l'étendue σ, en observant que les deux différences

$$\left[\varphi \frac{d^2\varpi}{(dy^2, dz^2)} - \varpi \frac{d^2\varphi}{(dy^2, dz^2)}\right] d\sigma \qquad \text{ou} \qquad \frac{d}{d(y,z)}\left[\varphi \frac{d\varpi}{d(y,z)} - \varpi \frac{d\varphi}{d(y,z)}\right] d\sigma,$$

produisent simplement des intégrales prises le long du contour χ' et donnent en tout $\int_{\chi'}\left(\varphi \frac{d\varpi}{dn} - \varpi \frac{d\varphi}{dn}\right) d\chi'$, résultat nul en vertu des seconde et troisième relation de chacun des deux systèmes (6) et (9). Il vient ainsi, eu égard aux quatrièmes relations de ces mêmes systèmes, puis à l'expression (8) de ϖ,

$$(10) \qquad -\int_\chi \frac{d\varpi}{dn} d\chi \quad \text{ou} \quad -\frac{1}{U}\int_\chi \frac{du}{dn} d\chi + \int_\chi \frac{d\varphi}{dn} d\chi = \frac{\rho\sigma}{\varepsilon U}\int_\sigma (\varphi - 1)\, u' \frac{d\sigma}{\sigma},$$

équation d'où l'on tire, en appelant k l'expression positive

$$(11) \qquad k = -\int_\chi \frac{d\varphi}{dn} d\chi,$$

constante pour toutes les sections semblables, et égale, d'après (7), à 8π pour les sections circulaires,

$$(12) \qquad \int_\chi \frac{du}{dn} d\chi = -kU - \frac{\rho}{\varepsilon}\sigma \int_\sigma (\varphi - 1) u' \frac{d\sigma}{\sigma}.$$

Or cette valeur de $\int_\chi \frac{du}{dn} d\chi$, portée dans l'équation (4) du mouvement, lui donne la forme très simple

$$(13) \qquad I = k \frac{\varepsilon}{\rho g} \frac{U}{\sigma} + \frac{1}{g}\int_\sigma \varphi u' \frac{d\sigma}{\sigma},$$

où il ne reste plus qu'à évaluer le dernier terme.

» A cet effet, remplaçons-y φ par sa valeur tirée de (8); et nous dédou-

blerons la somme $\int \varphi u'\, d\sigma$ en deux parties, dont l'une, $-\int \varpi u'\, d\sigma$, pourra être, à raison de la petitesse admise de ϖ, négligée comparativement à l'autre, quotient, par U, de l'intégrale $\int_\sigma uu'\, d\sigma$. Observons d'ailleurs que, dans un élément $uu'\, d\sigma$ de cette intégrale, savoir, celui qui correspond à un filet quelconque de section $d\sigma$ (normalement aux x) et de débit $u\, d\sigma$, le facteur u' désigne le quotient de la variation δu de la composante u de vitesse le long du filet entre deux sections σ, $\sigma + \delta\sigma$ distantes de δx, par le temps $\frac{\delta x}{u}$ qu'emploie le fluide à franchir leur intervalle; de sorte que l'élément $uu'\, d\sigma$ peut s'écrire $\frac{u\, d\sigma}{2\, \delta x} \delta(u^2)$, ou même $\frac{1}{2\, \delta x} \delta(u^3\, d\sigma)$, vu la constance, exprimée par $\delta(u\, d\sigma) = 0$, du débit $u\, d\sigma$ du filet. Étendue à tout le courant fluide, l'intégrale $\int uu'\, d\sigma$ deviendra par suite $\frac{1}{2\, \delta x} \delta \int_\sigma u^3\, d\sigma$, c'est-à-dire $\frac{1}{2} \frac{d}{dx} \int_\sigma u^3\, d\sigma$ ou $\frac{d}{dx}\left(\frac{\alpha U^3 \sigma}{2}\right)$, si l'on appelle, suivant l'usage des hydrauliciens, α le rapport moyen du cube des vitesses *u de débit* des divers filets, sur la section σ, au cube de la vitesse moyenne U. Et l'on aura enfin comme valeur approchée du dernier terme de (13), $\frac{1}{g U \sigma} \frac{d}{dx}\left(\frac{\alpha U^3 \sigma}{2}\right)$ ou bien, eu égard à l'invariabilité du débit total $U\sigma$, $\frac{d}{dx}\left(\frac{\alpha U^2}{2g}\right)$.

» Remplaçons d'ailleurs, dans le premier membre de (13), la pente motrice I par sa valeur (1), et l'équation du mouvement permanent graduellement varié sera, sous sa forme immédiatement applicable,

$$(14) \qquad \frac{d}{dx}\left(\mathfrak{b} + \frac{p}{\rho g} + \alpha \frac{U^2}{2g}\right) = -k \frac{\varepsilon}{\rho g} \frac{U}{\sigma}.$$

» Si l'on observe que la quantité entre parenthèses est précisément la *charge totale* dont la valeur, dans un fluide sans frottements, se conserverait pareille sur toutes les sections d'après le principe de D. Bernoulli, cette équation signifie que *le régime permanent graduellement varié, dans un tube fin, entraîne, par unité de longueur du courant, la même perte de charge*, $k \frac{\varepsilon}{\rho g} \frac{U}{\sigma}$ $\left(\text{ou } \frac{8 \varepsilon U}{\rho g R^2} \text{ si le tube est circulaire}\right)$, *qu'un régime uniforme avec même section fluide σ et même vitesse moyenne* U. Seulement, le coefficient α affectant, dans l'expression de la charge totale, la hauteur due à cette vitesse moyenne, devient variable suivant d'autres lois, et s'écarte

plus ou moins de sa valeur relative au cas du régime uniforme, qui serait, par exemple, 2 pour une section circulaire, en vertu de la formule (7).

MÉTÉOROLOGIE. — *Plan et coupe verticale d'une tempête;* par M. **H. Faye.**

« La possibilité d'étudier une tempête à des altitudes considérables (4300^m sur le Pike's Peak et peut-être bientôt à 4800^m sur le mont Blanc) m'engage à présenter aux météorologistes un dessin géométral à peu près complet d'une tempête [sauf les phénomènes accessoires, orages électriques, grêle, averses, trombes et tornados (¹) compris dans ce que l'on appelle aux États-Unis l'*octant* dangereux, mais qui serait mieux nommé, je crois, le *quadrilatère* dangereux *mm'nn'*, à cause des tornados].

Coupe verticale.

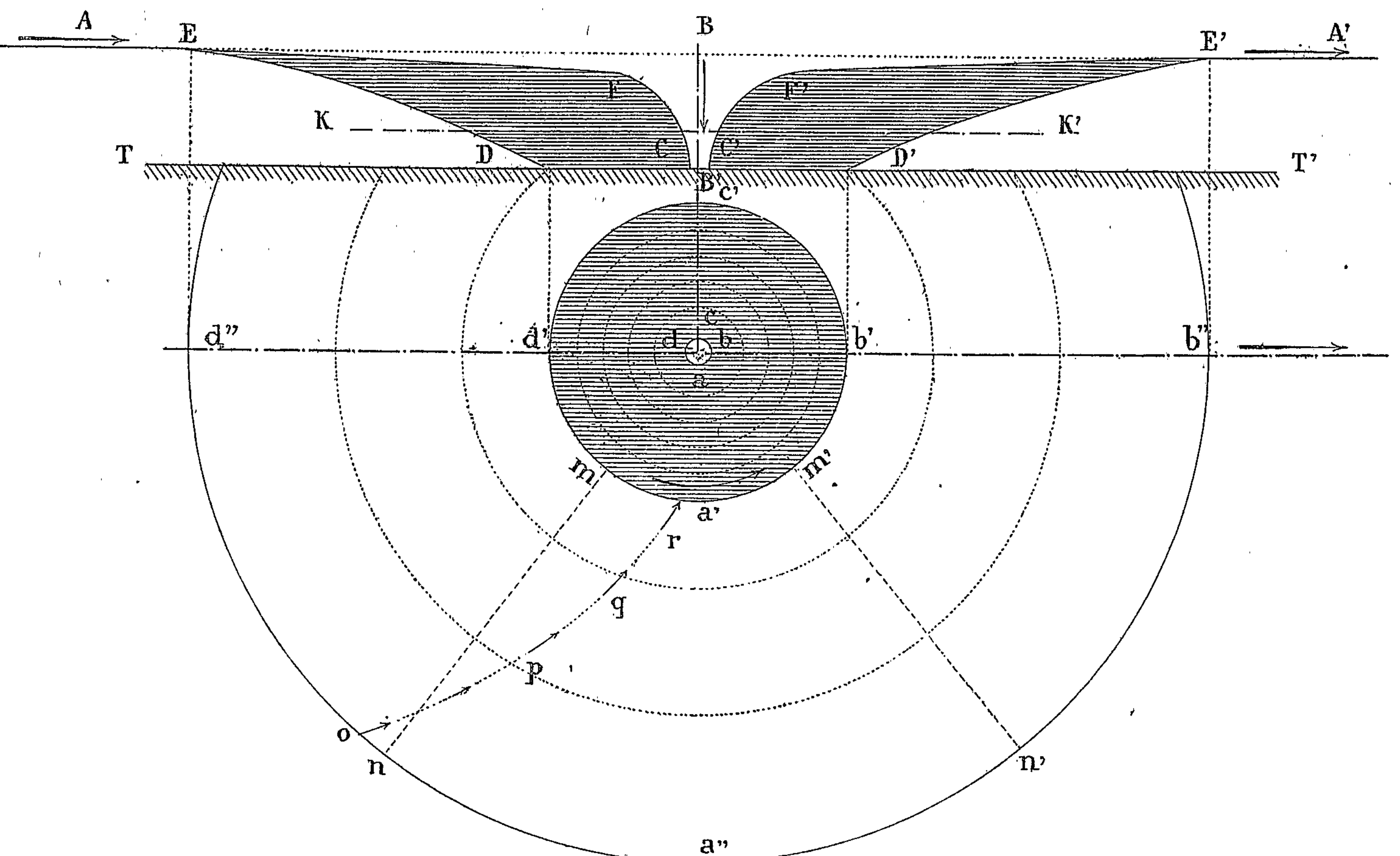
TT', ligne de terre;
AA', direction du courant supérieur charriant des cirrus;
BB', axe du cyclone;
DE, D'E', coupe de l'embouchure tronconique du cyclone;
CF, C'F', parois de l'espace intérieur où ne pénètrent pas les spires descendantes du cyclone, chargées de cirrus. C'est la région du calme central dans laquelle l'air situé au-dessus du courant AA' pénètre sans tourbillonner. Cet air est dépourvu de cirrus;
KK', niveau auquel les plus hautes stations de montagne permettent d'atteindre.

Projection horizontale.

abcd, trace horizontale du cône de calme intérieur;
a'b'c'd', trace horizontale du cyclone. C'est dans ce cercle que les girations descendantes atteignent le sol; c'est le domaine de la tempête (sauf le calme central *abcd*);
a''b''c''d'', projection horizontale du cercle EE', mal déterminé, qui limite en haut l'embouchure;
d''b'', trajectoire du centre de la tempête, parallèle à la direction AA' du courant supérieur.

(¹) Ces questions sont traitées dans la troisième Partie du Mémoire que publie actuellement l'*American meteorological Journal*. Je dois ajouter que la figure ci-jointe n'a pas d'échelle bien déterminée. Celle de la coupe verticale est évidemment exagérée dans le sens de la hauteur.

COUPE VERTICALE ET PROJECTION HORIZONTALE D'UN CYCLONE.



» Les cercles ponctués concentriques représentent les isobares. Dans le cas auquel répond la figure, où toute la région se trouvait dans un état d'équilibre au moment où la tempête s'y est établie passagèrement, ces isobares sont des circonférences; d'abord très espacées à partir du cercle extérieur, elles se resserrent à partir du cercle $a'b'c'd'$, à l'intérieur duquel la dépression est beaucoup plus forte.

» Cette dépression, phénomène qui suit immédiatement l'arrivée d'une tempête en un lieu donné et qui disparaît immédiatement avec elle, tient à la présence des girations superposées qui recouvrent d'en haut tout le cercle $a''b''c''d''$, et qui modifient la transmission verticale des pressions supérieures (¹).

» Il y a trois régions à distinguer sur cette projection :

» 1° *abcd*, région du calme central, autour duquel les girations du cyclone tournent circulairement sans l'entamer.

» 2° La couronne circulaire comprise entre *abcd* et la trace du cyclone $a'b'c'd'$. Là, les vents sont circulaires et sans rapport avec les isobares.

» 3° La couronne circulaire comprise entre $a'b'c'd'$ et $a''b''c''d''$. Elle est absolument en dehors du mouvement cyclonique. La seule influence exercée par la tempête consiste dans la dépression dont les isobares extérieures sont la conséquence et qui provient de ce que l'embouchure du cyclone s'étend au-dessus de cette région. Si, malgré le peu de durée de ces variations de pression dans ce dernier espace annulaire, l'air se met en marche d'une isobare à l'autre, il se mouvra comme dans une dépression purement statique, c'est-à-dire dans une direction centripète modifiée par la rotation du sol. Les flèches *o, p, q, r* représentent la trajectoire d'une molécule. Ce vent ne saurait pénétrer dans le domaine de la tempête, c'est-à-dire dans le cercle $a'b'c'd'$.

» Mais les tempêtes qui parcourent si rapidement le globe terrestre, en couvrant des espaces énormes, rencontreront le plus souvent une autre constitution de l'atmosphère, soit des brises plus ou moins régulières, entremêlées de calmes, soit des vents régnants sur toute leur étendue.

» Considérons d'abord le dernier cas, celui des moussons ou des alizés. Ces alizés, interrompus dans le cercle $a'b'c'd'$, régneront comme à l'ordinaire dans l'espace situé en dehors de ce cercle; la seule altération de leurs isobares, trop caractérisées pour devenir circulaires, proviendra de la

---

(¹) Ces variations barométriques suivent le mouvement de translation de la tempête. Elles se déplacent donc rapidement à la surface du globe. Dans cette figure, nous faisons abstraction de ce mouvement de translation.

dépression de quelques millimètres qui se produit entre les cercles $a''b''c''d''$ et $a'b'c'd'$. Il en résultera une augmentation d'intensité de l'alizé dans une certaine région, une déviation dans une autre. Ces effets sont bien connus des navigateurs de l'océan Indien; ils ont souvent remarqué qu'en approchant du front d'un cyclone l'alizé se met subitement à souffler en tempête. C'est qu'ils ont passé de la région dont nous venons de parler, où les alizés soufflent pour ainsi dire à leur aise, dans celle du cercle $a'b'c'd'$ et dans un endroit où les vents cycloniques se trouvent avoir grossièrement la direction des alizés.

» Considérons maintenant le cas d'une région tempérée, en négligeant les modifications progressives du cyclone.

» Là, les vents dépendent souvent de l'échauffement du sol et ne peuvent être les mêmes au nord et au sud de la trajectoire centrale. Les isobares correspondantes à l'état antérieur de l'atmosphère seront donc modifiées irrégulièrement à l'apparition de la tempête. Dans la région extérieure, à partir du cercle $a'b'c'd'$, il s'introduira, comme tout à l'heure, une tendance centripète de plus en plus marquée vers ce cercle qui donnera aux isobares la figure de courbes fermées; mais, comme tout à l'heure, il ne s'agit ici que d'une action indirecte qui disparaît dans le domaine propre de la tempête où les vents sont purement circulaires, sauf des déformations propres au cyclone lui-même.

» Je suis entré dans cette discussion, parce que, à l'époque où l'on voudra tirer complètement parti des observations de montagne, il faudra, avant tout, tracer les éléments de la figure précédente sur les Cartes synoptiques, c'est-à-dire : 1° déterminer correctement le centre à un instant donné, 2° construire correctement la trajectoire; 3° fixer autant que possible les limites de l'espace $a'b'c'd'$.

» En effet, il faut laisser de côté l'espace annulaire dont nous venons de parler et ne considérer que les flèches du vent dans le domaine de la tempête, c'est-à-dire dans le cercle $a'b'c'd'$.

» Alors la règle des huit points est applicable, tandis qu'elle ne l'est nullement en dehors de ce cercle-là. Le centre est le mieux déterminé : 1° par le calme central, quand il a pu être observé; 2° par les flèches du vent dans le cercle $a'b'c'd'$ exclusivement; 3° par les isobares dans le même cercle. Faute d'avoir connu la distinction que je viens de faire entre ces deux régions, l'une cyclonique, l'autre étrangère au cyclone, on a obtenu très souvent et tracé sur les Cartes des trajectoires de tempêtes avec des nœuds, des ondulations, voire même des interruptions tout à fait inadmissibles.

» Dans cette théorie, la température à l'intérieur d'une tempête dépend

principalement de deux causes opposées, la chaleur développée dans la descente forcée d'une certaine quantité d'air provenant des hautes régions, et le froid résultant de l'entraînement des cirrus dans les spires descendantes du cyclone. Les pluies abondantes qui tombent au cœur des tempêtes montrent bien que ces cirrus n'arrivent au sol qu'à l'état de fusion : par exemple, dans le cyclone si bien étudié par M. Hann, ils devaient être fondus entre 1500^m et 2000^m (1). Il est donc naturel que la température, dans le sens vertical, se soit abaissée notablement partout par rapport à l'état normal. Mais il y a des cas où l'inverse peut avoir lieu, lorsque les cirrus charriés par le courant générateur sont beaucoup moins abondants. Alors la première cause prédomine comme dans le calme central, et la température et la sécheresse peuvent dépasser de beaucoup l'état normal. C'est le cas des tempêtes qui sévissent dans les déserts de l'Afrique. L'abaissement de la température n'est donc pas une loi absolue, mais une simple conséquence de ce que les courants supérieurs sont chez nous bien plus abondants qu'ailleurs en aiguilles de glace à très basse température.

» Je ferai remarquer, en terminant, qu'alors même que les cyclones ne passeraient pas centralement sur une station de montagne donnée, il y aurait pourtant de nombreuses occasions d'y pouvoir étudier, dans le vaste espace *nmm'n'*, hors de la tempête proprement dite, les phénomènes accessoires des orages électriques et de la grêle, ainsi qu'on l'a fait de 1874 à 1888 sur le sommet du Pike's Peak, à 4300^m d'altitude. Là, la nature giratoire des nuages à grêle, par exemple, si bien constatée par Lecoq sur les montagnes d'Auvergne, a été reconnue avec une parfaite netteté en plusieurs occasions. »

MINÉRALOGIE. — *Action des alcalis et des terres alcalines, des silicates alcalins et de quelques solutions salines sur le mica : production de la néphéline, de la sodalithe, de l'amphigène, de l'orthose, de l'anorthite;* par MM. **Charles** et **Georges Friedel**.

« Il n'a été fait encore qu'un très petit nombre d'expériences sur les transformations qu'ont pu subir les roches et les minéraux sous l'influence des divers agents physiques ou chimiques qui ont dû fonctionner pendant

(1) Il en est autrement dans les girations parasites projetées en *mm'nn'*. Les cirrus ainsi déviés de leur marche normale peuvent arriver au sol sous forme de grésil ou de grêle.

les périodes géologiques. On ne peut guère citer, en dehors de la célèbre expérience de Hall sur la transformation du calcaire amorphe en marbre cristallisé par l'action de la chaleur, que celles bien connues de notre savant Confrère M. Daubrée, relatives à l'action de l'eau surchauffée sur le verre, expériences qui lui ont fourni le quartz, la wollastonite et le pyroxène.

» Nous avons pensé qu'il serait intéressant de soumettre les divers minéraux qui constituent les roches à l'action de l'eau additionnée d'une certaine quantité d'alcalis, de terres alcalines, de silicates alcalins, de sels divers, à une température relativement élevée, réalisant ainsi des conditions qui ont dû se produire souvent dans la nature par suite de l'infiltration à travers les roches d'eaux minéralisées. Nous pouvions avoir l'espoir de jeter ainsi quelque jour sur la question du métamorphisme chimique, dont il est facile d'entrevoir, mais moins aisé de préciser l'importance, et en même temps de réaliser la synthèse de quelques minéraux non encore reproduits ou reproduits dans des conditions différentes.

» C'est là un progamme très étendu, dont nous n'avons pu encore remplir qu'une faible partie; mais les résultats déjà obtenus nous semblent assez intéressants pour être soumis à l'Académie.

» Nous avons employé, pour nos expériences, l'appareil qui a servi à l'un de nous, en collaboration avec M. Edmond Sarasin, à faire la synthèse de l'orthose, de l'albite, de la topaze, etc. C'est un tube épais en acier, garni intérieurement de platine, qui peut être chauffé sans inconvénient, rempli aux deux tiers d'eau, à une température de 500° environ. Nous n'avons modifié la manière d'opérer qu'en allongeant la durée des opérations.

» Lorsqu'on se sert de matières très divisées, comme le silicate d'alumine précipité, qui avait été employé pour la reproduction des feldspaths et de la topaze, il n'y a pas grand avantage à chauffer le mélange au delà de quatorze ou seize heures, ce qui était la durée habituelle des expériences. Toute la matière cristallise rapidement et n'est pas changée par une action plus longue de la chaleur. Au contraire, lorsqu'on emploie un minéral, qui doit être préalablement attaqué pour fournir les éléments nécessaires à la production de nouveaux cristaux, et dont l'attaque est lente, il est utile de prolonger l'opération. Nous avons le plus souvent fait durer les expériences une soixantaine d'heures.

» Elles ont porté d'abord sur le mica, dont nous avions déjà constaté l'attaque facile par la potasse. Nous avons employé un beau mica musco-

vite de Moos (Norvège), en grandes lames transparentes, d'un jaune brunâtre, renfermant 7 pour 100 de potasse et 3 pour 100 environ de soude.

» *Néphéline.* — Le mica ayant été coupé en petits fragments, ou réduit en poudre au moyen d'une râpe, a été chauffé avec des quantités de potasse allant du quart aux deux tiers du poids du minéral et au moins vingt fois son poids d'eau.

» Une partie du mica est restée inattaquée; il s'est formé un très grand nombre de cristaux, en prismes hexagonaux, nets et brillants, sans modifications, la plupart allongés dans le sens de l'axe, quelques-uns formant des lames parallèles à la base.

» On a séparé les cristaux des gros fragments de mica à l'aide d'un tamis, et des parcelles fines par des lévigations répétées. On a réussi de la sorte à les avoir assez purs pour l'analyse.

» Ils sont anhydres et n'ont perdu à la calcination que 0,1 pour 100.

» L'analyse faite sur $0^{gr},2229$ de matière a donné :

	I.	II.	III.	IV.
SiO^2.......	40,5	40,82	41,94	41,18
Al^2O^3......	34,8	34,70	33,18	34,97
Na^2O.......	13,2	14,55	16,74	16,37
K^2O........	9,6	9,91	7,41	7,43
CaO........	Traces	»	»	»
	98,1	99,98	99,31	99,95

» Le minéral est attaquable par l'acide chlorhydrique en faisant gelée; il est fusible au chalumeau. Au microscope polarisant, il montre en lumière parallèle comme en lumière convergente les caractères des substances uniaxes négatives.

» On voit qu'il possède les propriétés de la néphéline. Quant à la composition, elle répond à un mélange des deux néphélines sodique et potassique $2SiO^2.Al^2O^3.Na^2O$ et $2SiO^2.Al^2O^3.K^2O$, en admettant pour le minéral la formule générale $2SiO^2.Al^2O^3.K^2O$, de préférence aux formules plus compliquées $5SiO^2.2Al^2O^3.2K^2O$ et $9SiO^2,4Al^2O^3.4K^2O$, qui sont généralement adoptées.

» Les nombres correspondant au mélange de $\frac{1}{3}$ de molécule de néphéline potassique et de $\frac{2}{3}$ de molécule de néphéline sodique sont donnés à la colonne II et s'accordent, comme on voit, d'une manière satisfaisante avec ceux de l'analyse.

» Ce qui mérite d'être remarqué, c'est que ce mélange s'est formé dans une liqueur renfermant un excès de potasse. La potasse employée contenait environ 2 pour 100 de soude et le mica, ainsi qu'on l'a vu plus haut, 3 pour 100. Nous retrouvons là, dans une réaction faite par voie aqueuse, un fait signalé déjà par MM. Fouqué et Michel-Lévy, qui ont montré qu'on ne pouvait pas, par fusion, obtenir une néphéline purement potassique.

» Nous avons répété l'expérience précédente en remplaçant la potasse par la soude, dont nous avons employé un poids montant à peu près à la moitié de celui du mica. Nous avons remarqué que le mica était attaqué beaucoup plus complètement qu'avec la potasse et les cristaux de néphéline formés étaient beaucoup plus gros. Ils avaient de $0^{mm},5$ à $0^{mm},8$ environ de longueur et autant dans les autres dimensions.

» Leur densité a été trouvée, au moyen de l'iodure de méthylène, un peu supérieure à 2,65 et sensiblement la même que celle d'un cristal de néphéline de la Somma. On indique d'ailleurs la densité de cette variété comme allant de 2,5 à 2,65.

» L'analyse a donné, en opérant sur $0^{gr},4306$, après une perte à la calcination de 0,1 pour 100, les nombres portés à la colonne III et mis en regard de ceux (IV) qui correspondent au mélange de $\frac{1}{4}$ de molécule de néphéline potassique avec $\frac{3}{4}$ de molécule de néphéline sodique.

» On voit que, malgré la différence considérable des milieux dans lesquels ont cristallisé les deux échantillons analysés, la composition de ceux-ci n'est pas très différente. Les néphélines naturelles renferment une proportion de potasse qui n'est souvent pas éloignée de celle de la dernière analyse.

» *Sodalithe.* — A côté de la néphéline se rencontre souvent une espèce minérale, la sodalithe, dont la composition peut être représentée par celle de la néphéline, plus une quantité de chlorure de sodium qui paraîtrait devoir être variable suivant certaines analyses.

» Nous avons réussi à obtenir en abondance la sodalithe sous la forme de dodécaèdres rhomboïdaux modifiés par les faces du cube, en ajoutant au mélange propre à fournir la néphéline des quantités de chlorure de sodium variant de $\frac{1}{3}$ du poids du mica jusqu'à environ deux fois ce poids.

» Les cristaux de sodalithe étaient en tout semblables à ceux que l'on rencontre dans les blocs éruptifs de la Somma. Ils étaient souvent allongés parallèlement à l'un des axes ternaires de la forme primitive et quelques-uns étaient maclés parallèlement à la face a^2, montrant exactement la forme qui est représentée à la *fig.* 219 de l'Atlas de la Minéralogie de

M. Des Cloiseaux. Une grande partie de la matière formait des croûtes cristallisées qui avaient pris naissance sur les lamelles de mica et qui présentaient encore sur la face d'application un éclat nacré particulier indiquant cette origine.

» Ils étaient d'ailleurs mélangés de cristaux hexagonaux de néphéline qu'on a pu en séparer au moyen de l'iodure de méthylène additionné d'éther. La densité d'une liqueur, dans laquelle certains cristaux de sodalithe nageaient, tandis que d'autres et la totalité de la néphéline allaient au fond, a été trouvée de 2,32. M. Des Cloizeaux donne 2,27 et 2,295 pour la densité des sodalithes du Vésuve et du Groenland.

» Les cristaux sont sans action sur la lumière polarisée. Ils sont facilement attaquables aux acides même à froid, en faisant gelée.

» Pour les analyser, nous les avons attaqués par l'acide azotique étendu, après avoir scellé le mélange dans des tubes en verre de Bohême dur, afin d'éviter toute perte de chlore. Nous avons chauffé pendant quelques heures à 150°, ce qui est nécessaire, car la silice mise en liberté recouvre les parties non attaquées et peut même empêcher une décomposition complète si l'on n'a pas soin d'arrondir la partie inférieure du tube de manière à empêcher la matière de s'y accumuler comme dans une petite chambre.

» Nous donnons ici deux analyses faites, l'une (I. Matière = $0^{gr},780$) sur une matière obtenue en employant 10^{gr} de chlorure de sodium pour 6^{gr} de mica et 4^{gr} de soude, et l'autre (II. Matière = $0^{gr},9574$) sur une matière obtenue avec 3^{gr} de chlorure de sodium pour les mêmes quantités de mica et de soude :

	I.	II.	III.
SiO^2	36,75	36,55	37,16
Al^2O^3	32,41	34,06	31,58
Na^2O	25,75	25,66	25,18
K^2O	0,47	0,86	»
Cl	6,36	6,28	7,20
	101,74	101,41	101,62

» Ainsi qu'on le voit, la composition de la sodalithe paraît être constante et indépendante de la proportion de chlorure de sodium en présence de laquelle elle se forme. Dans un essai fait avec une quantité très faible de chlorure ($0^{gr},5$ pour 6^{gr} de mica), mais suffisante néanmoins pour fournir le chlore nécessaire à la transformation de plus de la moitié

du mica en sodalithe, nous n'avons pas obtenu du tout de cristaux de ce dernier minéral, mais seulement de la néphéline exempte de chlore.

» Dans la colonne III on a donné les nombres correspondant à la formule $3(2SiO^2.Al^2O^3.Na^2O) + 2NaCl$, qui est celle qui se rapproche le plus des données des analyses précédentes, comme de plusieurs de celles faites sur le minéral naturel.

» La quantité de chlore trouvée est un peu faible, ce qui peut s'expliquer au moins en partie par la présence d'une très petite proportion de néphéline en cristaux implantés dans la sodalithe et ne pouvant en être séparés par l'iodure de méthylène.

» Le chlore entre dans la molécule sous la forme de chlorure de sodium, car on ne peut pas admettre qu'il sature partiellement le silicium ou l'aluminium dans les conditions où le minéral s'est produit. La sodalithe est donc une combinaison analogue à certains sels doubles.

» Après l'action des alcalis, nous avons essayé celle des silicates alcalins, qui devaient nous donner des produits plus riches en silice. Tantôt nous avons employé le silicate de potasse dissous, tantôt nous avons ajouté au mica de la silice précipitée et calcinée ou du quartz pulvérisé, supposant que, le silicate de potasse se produisant en même temps que le mica était attaqué, nous pourrions obtenir de plus gros cristaux.

» *Orthose.* — Dans un premier essai, nous avons ajouté à du mica la quantité de silicate de potasse nécessaire pour former de l'amphigène avec la silice, l'alumine et les alcalis du mica. Au bout de trois jours, nous avons reconnu que l'attaque était peu avancée, et le mica se trouvait mélangé de nombreux et beaux cristaux d'orthose et même d'agrégats de cristaux de ce feldspath ressemblant entièrement à certaines sanidines. Il était évident que, par suite de l'attaque incomplète du mica, la silice s'était trouvée en excès par rapport à l'alumine, et c'est l'orthose qui avait pris naissance au lieu de l'amphigène.

» Les cristaux d'orthose étaient facilement reconnaissables. La plupart étaient aplatis parallèlement à g^1 et ne présentaient que les faces g^1, p et m; sur quelques-uns, on apercevait de très petites modifications sur les angles aigus. Un assez grand nombre présentaient la macle de Carlsbad; quelques-uns celle de Baveno et celle parallèle à p. L'angle des faces ph^1 a été trouvé de 116° environ et l'extinction se faisait à 4° ou 5° de l'arête pg^1.

» *Amphigène.* — Dans un autre essai, on a mélangé le mica avec moitié de son poids de silice calcinée et avec 0,7 de son poids de potasse. On a chauffé pendant deux jours.

» Lorsqu'on a ouvert le tube, on y a trouvé, à côté du mica non attaqué et de cristaux d'orthose pareils à ceux qui viennent d'être décrits, des prismes hexagonaux de néphéline et des cristaux brillants d'une nouvelle substance en prismes quadratiques pseudo-cubiques, ayant toutes les propriétés de l'amphigène, avec une forme qui diffère en apparence de celle qui est habituelle pour ce minéral, mais qui, en réalité, s'y rapporte exactement.

» Les cristaux sont des prismes quadratiques simples ou maclés par deux ou par trois, de manière que les axes quadratiques soient rectangulaires et présentent les faces m, p, b^1, h^1, a^2, a_2, ces derniers hémièdres à faces parallèles. On a trouvé, pour l'angle de b^1 sur m, 43°25', qui conduit aux mêmes paramètres que Vom Rath avait déterminés par la mesure des cristaux naturels. Ils sont biréfringents à un axe négatif. La biréfringence est très faible.

» Les cristaux quadratiques sont infusibles, attaquables aux acides en donnant de la silice pulvérulente. Leur densité a été trouvée identique à celle d'un fragment choisi d'amphigène naturel. Nous n'avons pas pu les analyser, n'ayant réussi à en isoler qu'une quantité insuffisante. Mais nous avons pu déterminer leur composition en chauffant, dans les conditions ordinaires, un mélange de silice, d'alumine et de potasse dans les proportions correspondant exactement à la composition de l'amphigène. Au bout de seize heures environ, tout le mélange avait cristallisé; l'eau mère n'était plus alcaline, et, à part une petite quantité d'une matière cristalline très ténue dont il n'a pas été possible de déterminer la nature, le tout était formé de cristaux quadratiques pareils à ceux décrits plus haut et de petits sphérules présentant parfois des passages aux formes quadratiques et dont le caractère optique et la densité sont les mêmes.

» On a analysé le mélange des deux, après les avoir séparés des impuretés auxquelles ils pouvaient être mélangés, au moyen de l'iodure de méthylène.

» On y a trouvé :

Matière		0gr,9379
		$4SiO^2Al^2O^3H^2O$.
SiO^2	54,77	55,04
Al^2O^3	22,30	23,39
K^2O	98,38	21,55

» On voit qu'il ne peut pas rester de doute sur la nature des cristaux

obtenus, qui sont bien l'amphigène avec une forme qui est quadratique non plus seulement en réalité, comme celle des cristaux obtenus à haute température, mais même dans l'aspect général.

» *Anorthite*. — Après les alcalis et les silicates alcalins, nous avons voulu aussi essayer l'action sur le mica des terres alcalines.

» Un premier essai nous a montré que le mica est attaqué par la chaux comme par la potasse et la soude, quoique moins énergiquement. L'attaque a fourni en très grand nombre de petits cristaux octaédriques, sans action sur la lumière polarisée, d'un silicate hydraté d'alumine et de chaux. Nous ne pouvons encore donner d'une manière certaine la composition exacte de ce minéral, qui ne paraît se rapporter à aucune espèce naturelle connue.

» Nous avons obtenu des résultats beaucoup plus intéressants en ajoutant au mélange une certaine quantité de chlorure de calcium, de manière à neutraliser à mesure la potasse et la soude qui devaient être mises en liberté par l'attaque du mica.

» Dans ces conditions, nous avons trouvé le mica non attaqué mélangé avec une grande quantité de cristaux formés de lamelles presque rectangulaires modifiées plus ou moins profondément sur les angles de manière à former quelquefois des losanges. Ces lames sont maclées, ainsi qu'il est facile de le reconnaître en lumière polarisée. Elles sont toujours formées d'au moins quatre portions séparées par des bandes obscures, estompées, qui sont parallèles aux intersections des faces latérales à peu près rectangulaires avec la base. L'angle du plan d'extinction avec une des arêtes a été trouvé dans un grand nombre de mesures de 37° [1], comme cela a lieu pour l'anorthite sur les faces p et g^1. Deux secteurs opposés par le sommet s'éteignent simultanément. En lumière convergente, on aperçoit difficilement un système d'anneaux excentrés. Tous ces caractères conviennent à l'anorthite en cristaux aplatis parallèlement à p, terminés latéralement par les faces g^1 et $a^{\frac{1}{2}}$ et modifiés par les faces t et g^2.

» On a réussi à mesurer au goniomètre à réflexion plusieurs des angles : pt qu'on a trouvé de 114°-115°; $pg^{\frac{1}{2}} = 98°$ environ; mais ces mesures ne peuvent être très précises, la face p donnant toujours des images multiples à cause des macles.

---

(1) L'extinction n'est pourtant pas toujours à 37°; ce qui peut s'expliquer par les macles.

» On a pu mesurer aussi les angles plans faits sur la face p par les traces des plans g^1 et g^2, on a trouvé de 27° à 30°. Calcul, $27^\circ 27'$. Pour celles de t et de g^1, 57° environ. Calcul, $56^\circ 53'$.

» Comme on voit, ces mesures sont d'accord pour montrer que les cristaux ont la forme de l'anorthite, maclée parallèlement aux faces g^1 et $a^{\frac{1}{2}}$; on a une autre face de la zone ph' faisant avec p un angle plus voisin de 90°, mais sans qu'il y ait de plan net de séparation entre les parties retournées l'une par rapport à l'autre. On y trouve parfois des bandes nettement terminées parallèles à g^1; mais ces bandes sont formées de matière n'agissant pas sur la lumière polarisée et constituées sans doute elles-mêmes de lamelles entre-croisées.

» Les cristaux ont pu être séparés du mica à l'aide du tamis, puis de l'iodure de méthylène, au moyen duquel on a trouvé leur densité égale à 2,77. M. Des Cloizeaux donne pour celle de l'anorthite naturelle 2,69 à 2,75.

» L'analyse a donné :

I matière 0,4256

	I.	$2SiO^2, Al^2O^3, CaO$.
SiO^2	42,67	43,16
Al^2O^3	36,44	36,69
CaO	21,47	20,14
	100,58	99,99

» L'attaque a été faite en tube scellé par l'acide chlorhydrique. La substance est attaquable aux acides à l'ébullition; mais, pour l'être complètement, il faut qu'elle soit réduite en poudre très fine. Il en est de même de l'anorthite naturelle.

» Nous avons donc obtenu, par l'action de la chaux en présence du chlorure de calcium, l'anorthite qui n'avait été jusqu'ici reproduite que par fusion, dans les belles expériences de MM. Fouqué et Michel-Lévy.

» Un deuxième essai, fait en chauffant le mica avec le chlorure de calcium seul, n'a donné qu'une attaque insignifiante, et peut-être quelques petits cristaux d'anorthite.

» En résumé, cette première série d'expériences nous a donné : la néphéline, la sodalithe, l'amphigène, l'orthose et l'anorthite, c'est-à-dire cinq des minéraux que l'on trouve réunis dans les blocs éruptifs de la Somma. »

MÉMOIRES LUS.

ZOOLOGIE. — *Sur la faune des eaux profondes de la Méditerranée, au large de Monaco;* par le Prince DE MONACO.

« Les dragages poursuivis dans la Méditerranée pendant les campagnes scientifiques anglaise et française (¹), au moyen du seul outillage que l'on connût alors, ayant présenté les grandes profondeurs de cette mer sous l'aspect d'une pauvreté excessive en fait d'animaux, d'autres recherches semblables n'avaient point été reprises. J'ai voulu récemment contrôler ces premières appréciations avec les appareils nouveaux ou améliorés que j'avais construits pour mes précédents travaux sur l'*Hirondelle* dans l'Atlantique.

» Grâce à l'obligeance du savant professeur Hermann Fol, qui avait bien voulu me prêter, durant les mois de mars et d'avril derniers, son yacht l'*Amphiaster*, j'ai pu, en attendant le lancement d'un navire que je fais construire pour la Science, descendre au large de Monaco les nasses de l'*Hirondelle*, qui m'avaient déjà permis de montrer sous de nouveaux aspects la vie au fond de l'Atlantique (²).

» Mon appareil, descendu un jour à 1650^m dans l'une de ces profondeurs réputées désertes, est revenu contenant encore, malgré de nombreuses déchirures, 3 poissons (*Haloporphyrus lepidion*), 33 crustacés du genre *Acanthephyra* et 29 squales (*Centrophorus squamosus*).

» Les crustacés, que M. le professeur Milne-Edwards a bien voulu examiner, sont considérés comme nouveaux par ce savant, qui les a nommés *Acanthephyra pulchra*.

» Les squales ne sont autre chose que l'un des fameux requins de Setubal, dont je signale ainsi pour la première fois la présence dans la Méditerranée.

» Une série de sept opérations exécutées entre la profondeur que je viens de citer et celle de 475^m, sur fond de vase dure, m'a fourni une quinzaine d'espèces, parmi lesquelles je citerai encore : *Nettastoma melanurum* et

(¹) *Porcupine*, 1870; *Travailleur*, 1881.

(²) *Comptes rendus*, 14 février 1887; 24 octobre 1887; 9 juillet 1888; 26 novembre 1888.

Gennadas intermedius, de 1380^{m}; *Geryon longipes*, de 950^{m}; *Paralepis coregonoides*, de 1200^{m}; *Conger vulgaris*, de 475^{m} (1).

» Trois autres spécimens seulement existent du *Gennadas*, l'un dragué par le *Challenger*, à 3300^{m} de profondeur (2), au large de la côte d'Afrique, dans l'hémisphère sud, et deux autres trouvés morts à la surface de l'Atlantique par ce même navire.

» Le *Paralepis* a été obtenu au moyen d'une expérience toute nouvelle : dans une nasse suspendue entre deux eaux, à 1200^{m} de la surface et à 300^{m} du fond.

» J'attirerai encore l'attention de l'Académie sur ce fait que, tandis que, sur la quantité d'animaux remontés sous mes yeux des profondeurs de l'Atlantique, bien peu d'individus venant tout au plus de 1400^{m} présentaient encore un souffle de vie presque aussitôt éteint, la grande majorité de ceux que je viens de retirer d'une profondeur atteignant 1650^{m}, dans la Méditerranée, me sont arrivés en pleine vie : j'ai même conservé des *Acanthephyra* plusieurs jours dans cet état.

» D'autre part, un certain nombre des espèces que je cite avaient été observées dans la Méditerranée, par M. le professeur Fol, aux profondeurs beaucoup moindres de 50^{m} à 300^{m}, sur un fond de vase dure également. Ces espèces sont : *Centrophorus squamosus*, *Haloporphyrus lepidion*, *Conger vulgaris*.

» J'observe donc que, dans la Méditerranée, de nombreuses espèces subissent, sans perturbation physiologique grave, une ascension rapide à travers les couches où la pression décroît depuis 160^{atm} jusqu'à 5^{atm}, tandis que, inversement, elles s'étaient répandues sans altérations sensibles des régions littorales aux régions profondes.

» Les campagnes du *Porcupine* et du *Travailleur* ont montré que, dans les plus grandes profondeurs de la Méditerranée, la température ne s'abaisse guère au delà de 13°; moi-même j'ai trouvé, au cours de mes dernières expériences, une température de 13° jusqu'à la profondeur de 850^{m}, tandis qu'à la même profondeur, et dans l'Océan, je trouvais 11°.

» En résumé, ces faits montrent d'abord que, sur certains points au moins de ses régions profondes, la Méditerranée n'est nullement un désert.

» Ils m'engagent ensuite à émettre l'hypothèse que la décompression

(1) Ces poissons ont été déterminés par MM. Fol et le baron de Guerne.

(2) Température du fond : environ 3°.

exercerait sur les organismes marins des effets physiologiques moindres que ceux qui lui étaient attribués jusqu'ici, tandis que le passage rapide par des températures très différentes en exercerait au contraire de plus grands. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. **J.-E. Spanogh** soumet au jugement de l'Académie une Notice explicative, accompagnée de croquis, « Sur une machine à vapeur dans laquelle la tige de piston, la bielle, la manivelle et l'arbre coudé sont supprimés ».

(Commissaires : MM. Maurice Lévy, Sarrau.)

M. **Joseph Farmer** soumet au jugement de l'Académie un travail accompagné de Planches, sur la description et le fonctionnement d'un appareil de son invention, qu'il nomme « automoteur ».

(Commissaires : MM. Resal, Maurice Lévy.)

M. **Em. François** adresse une Note complémentaire du Mémoire relatif à un système de bateau sous-marin, qu'il a présenté dans la séance du 19 mai dernier.

(Renvoi à l'examen de M. de Bussy.)

CORRESPONDANCE.

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète Brooks (mars 19), faites à l'équatorial coudé de l'observatoire d'Alger;* par MM. **Rambaud** et **Renaux**, communiquées par M. Mouchez.

Dates 1890.	⋆.	Étoiles de comparaison.	Grand.	☄ — ⋆. Ascension droite.	☄ — ⋆. Déclinaison.	Nombre de comp.	
				m s	′ ″		
Mai 10.....	*a*	BB. t. VI, nº 4076 + 37º	7,2	−0.39,31	+11.53,7	22:10	Rˣ
10.....	*a*	»	»	−0.44,70	+14.17,4	18:14	Rᵈ
19.....	*b*	BD, nº 2942 + 46º	9,1	−0.43,30	+ 1.17,7	12:10	Rˣ
22.....	*c*	Radcliffe, nº 4729	8,0	−2.29,80	+12.46,0	12:12	Rˣ
31.....	*d*	Rumker, nº 7568	8,8	−0.11,32	−14. 5,0	18:10	Rˣ
31.....	*d*	»	»	−0.18,44	−13.15,0	18:10	Rᵈ

Positions des étoiles de comparaison.

Dates 1890.	★.	Ascension droite moyenne 1890,0.	Réduction au jour.	Déclinaison moyenne 1890,0.	Réduction au jour.	Autorités.
		h m s	s	° ′ ″	″	
Mai 10......	*a*	20.47.16,15	+0,28	+37.34.38,7	−16,6	BB. t. VI
19......	*b*	20.24.28,83	+0,83	+46.23.59,6	−16,3	Arg-OEltz.
22......	*c*	20.15.23,77	+1,05	+49. 9.11,5	−15,8	Radcliffe
31......	*d*	19.25.43,70	+2,01	+57.59.45,6	−12,5	Rumker

Positions apparentes de la comète.

Dates 1890.	Temps moyen d'Alger.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parall.	Déclinaison apparente.	Log. fact parall.
	h m s	h m s		° ′ ″	
Mai 10.........	11.41. 5	20.46.37,12	$\bar{1},777_n$	+36.47.15,8	0,602
10.........	12.47. 1	20.46.31,73	$\bar{1},754_n$	+37.48.39,5	0,441
19.........	12.38.54	20.23.46,36	$\bar{1},768_n$	+46.25. 1,0	$\bar{1},982$
22.........	12.38.10	20.12.55,02	$\bar{1},766_n$	+49.21.41,7	$\bar{1},306$
31.........	12.36.58	19.25.34,39	$\bar{1},681_n$	+57.45.28,1	$0,350_n$
31.........	13.11. 3	19.25.27,27	$\bar{1},600_n$	+57.46.18,1	$0,408_n$

ASTRONOMIE. — *Observation photographique de la comète Brooks faite à l'observatoire d'Alger.* Note de M. **Ch. Trépied**, présentée par M. Mouchez.

« J'ai profité de la récente installation de l'équatorial photographique Gautier-Henry à l'observatoire d'Alger, pour obtenir, le 22 mai 1890, une épreuve de la comète Brooks. Cette opération a naturellement présenté les difficultés déjà signalées par M. Rayet dans le n° 20 des *Comptes rendus*. Le déplacement de la comète par rapport à la croisée des fils du réticule étant continu, l'observateur devrait pouvoir déplacer l'instrument avec la même continuité; il en est empêché si l'éclat de l'astre est trop faible pour permettre un éclairage convenable du champ. Il suffira, pour remédier dans l'avenir à cet inconvénient, d'ajouter au réticule des fils d'un plus grand diamètre.

» L'épreuve positive sur verre que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie reproduit, à très peu de chose près, tous les détails de la chevelure fournis par le négatif en deux heures de pose. On n'a pu obtenir cette fidé-

lité presque parfaite de l'épreuve positive qu'en exposant la plaque à l'action d'une lumière très intense pendant un temps très court. Je me suis servi, dans ce but, d'un faisceau de lumière solaire parallèle et d'un obturateur à fente étroite animé d'une grande vitesse. En tenant compte de la largeur de la fente et de la vitesse de l'obturateur, on trouve que la durée convenable d'exposition était de $0^s,005$ environ.

» Je me suis proposé en outre de déterminer, sur le négatif original, les positions de la comète. J'avais, dans ce but, en arrêtant le mouvement d'horlogerie de l'équatorial, marqué la direction du mouvement diurne en laissant courir sur la plaque l'image d'une assez belle étoile pendant cinquante secondes. On avait ainsi sur la plaque tout ce qui était nécessaire pour la détermination des coordonnées. Les mesures ont été faites au moyen d'un réseau quadrillé appliqué sur la plaque. La valeur de l'échelle ayant été obtenue par deux étoiles dont on connaissait les coordonnées, et la comète ainsi que l'étoile de comparaison ayant été rapportées, en ascension droite et en déclinaison, à deux traits déterminés du réseau, il suffisait de mesurer ensuite les distances de ces traits.

» Les résultats de quatre mesures sont les suivants :

Étoiles pour la détermination de la valeur de l'échelle.

Etoiles.	Grandeur.	Ascension droite apparente.	Déclinaison apparente.
a. BD + 49° n° 3229.......	9,3	$20^h 10^m 3^s,87$	$+49° 27' 23'',0$
b. Radcliffe n° 4729.......	8,0	$20^h 15^m 24^s,83$	$+49° 8' 55'',7$

Positions de la comète par l'étoile a.

Dates 1890.	Temps moyen d'Alger.	Comète — *a*. Ascension droite.	Décli-naison.	Ascension droite de la comète.	Déclinaison de la comète.
Mai 22...	$11^h 16^m 14^s$	$+3^m 3^s,09$	$-9' 10'',4$	$20^h 13^m 6^s,96$	$+49° 18' 12'',6$
» ...	$13^h 13^m 10^s$	$+2^m 43^s,71$	$-4' 20'',9$	$20^h 12^m 47^s,58$	$+49° 23' 2'',1$

Positions de la comète par l'étoile b.

Dates 1890.	Temps moyen d'Alger.	Comète — *b*. Ascension droite.	Décli-naison.	Ascension droite de la comète.	Déclinaison de la comète.
Mai 22...	$11^h 16^m 14^s$	$-2^m 17^s,70$	$+9' 17'',2$	$20^h 13^m 7^s,13$	$+49° 18' 12'',9$
» ...	$13^h 13^m 10^s$	$-2^m 37^s,46$	$+14' 5'',4$	$20^h 12^m 47^s,37$	$+49° 23' 1'',1$

» Les écarts entre les déterminations faites au moyen des deux étoiles sont faibles, car leurs valeurs sont :

En ascension droite..........	$0^s,17$	et	$0^s,21$
En déclinaison..............	$0'',3$	et	$1'',0$

» Mais il y a quelque incertitude pour l'instant précis auquel se rapportent les mesures; pour déterminer cet instant, on est obligé de tenir compte du mouvement de l'astre en ascension droite et en déclinaison; c'est un inconvénient qu'il me paraît difficile d'éviter dans les mesures de ce genre. »

MÉCANIQUE. — *Sur un cas particulier du mouvement d'un point dans un milieu résistant*. Note de M. **A. de Saint-Germain**, présentée par M. Darboux.

« Les formules bien connues, qui permettent de déterminer les perturbations apportées dans le mouvement d'une planète par la résistance d'un milieu très rare, deviennent illusoires quand on suppose nulle l'excentricité de l'orbite non troublée : il faut, dans ce cas, faire une étude directe du mouvement; elle est facile, mais elle conduit à un résultat simple et général qui m'a paru digne d'être signalé.

» Traitons la planète comme un point de masse 1 : soient v sa vitesse, λ la densité du milieu, $\lambda v \varphi(v)$ la résistance qu'il oppose au mobile. La trajectoire est plane, et, en considérant les projections de la force motrice sur le rayon vecteur et sur une perpendiculaire à ce rayon, on peut mettre les équations du mouvement sous la forme suivante

$$(1) \qquad r'' - r\theta'^2 + \frac{\mu}{r^2} + \lambda r' \varphi(v) = 0, \qquad \frac{d \log(r^2\theta')}{dt} + \lambda\varphi(v) = 0,$$

les lettres accentuées désignant des dérivées relatives au temps. Soient a et ω les valeurs initiales de r et de θ' : on suppose que, s'il n'y avait pas de milieu résistant, la trajectoire serait un cercle : il faut, pour cela, que la vitesse initiale, égale à $a\omega$, soit perpendiculaire au rayon vecteur et que l'on ait

$$(2) \qquad a^3\omega^2 = \mu.$$

» Dans le mouvement troublé, les coordonnées r et θ pourront s'exprimer

en séries de la forme

(3) $$r = a + \lambda u + \lambda^2 u_1 + \ldots, \qquad \theta = \omega t + \lambda\varepsilon + \lambda^2\varepsilon_1 + \ldots;$$

on en tire d'abord

$$\varphi(v) = \varphi(a\omega) + \lambda(\omega u + a\varepsilon')\varphi'(a\omega) + \ldots;$$

puis, substituant dans les équations (1) et développant les résultats suivant les puissances croissantes de λ, on trouve, eu égard à la relation (2),

$$\lambda(u'' - 2a\omega\varepsilon' - 3\omega^2 u) + \lambda^2(u_1'' + \ldots) = 0,$$
$$\lambda\left[\frac{\varepsilon''}{\omega} + 2\frac{u'}{a} + \varphi(a\omega)\right] + \lambda^2\left[\frac{\varepsilon_1''}{\omega} + \ldots\right] + \ldots = 0.$$

» On satisfera à ces équations en égalant à zéro les coefficients de λ, puis ceux de λ^2, de λ^3, etc.; on forme ainsi des couples d'équations différentielles, dont le premier renferme seulement u et ε; le second renferme, en outre, u_1, ε_1, et ainsi de suite; il est facile de les intégrer successivement, et, en exprimant que, pour $t = 0$, les valeurs de $u, u', \varepsilon, \varepsilon', u_1, u_1', \ldots$ s'annulent, on trouve

$$u = 2a\frac{\sin\omega t - \omega t}{\omega}\varphi(a\omega), \qquad \varepsilon = \left(\frac{3}{2}\omega t^2 - 4\frac{1 - \cos\omega t}{\omega}\right)\varphi(a\omega),$$

$$u_1 = \frac{a}{\omega^2}(4 + 2\omega^2 t^2 - 6\cos\omega t + 2\cos 2\omega t - 4\omega t\sin\omega t + 3\omega^2 t^2\cos\omega t)\varphi^2(a\omega)$$
$$+ \frac{a^2}{\omega}(6 - \omega^2 t^2 - 6\cos\omega t - 2\omega t\sin\omega t)\varphi(a\omega)\varphi'(a\omega),$$

$$\varepsilon_1 = \frac{1}{\omega^2}\left(\frac{3}{2}\omega^3 t^3 - 2\omega t + 12\sin\omega t - 5\sin 2\omega t - 6\omega^2 t^2\sin\omega t\right)\varphi^2(a\omega)$$
$$+ \frac{a}{\omega}\left(\frac{1}{2}\omega^3 t^3 - 10\omega t + 14\sin\omega t - 4\omega t\cos\omega t\right)\varphi(a\omega)\varphi'(a\omega).$$

» Seules, les valeurs de u et ε sont simples; mais, vu l'extrême petitesse de λ, nous pourrons négliger les termes en λ^2 dans les formules (3), et écrire

(4) $$\begin{cases} r = a - 2\lambda a\dfrac{\omega t - \sin\omega t}{\omega}\varphi(a\omega), \\ \theta = \omega t + \lambda\left(\dfrac{3}{2}\omega t^2 - 4\dfrac{1 - \cos\omega t}{\omega}\right)\varphi(a\omega). \end{cases}$$

» On voit que θ croît sans cesse, tandis que r décroît; toutefois, pour $t = \frac{2\pi}{\omega}$, r' s'annule, la vitesse est normale au rayon vecteur, et je dirai que

le mobile passe par un périhélie; r, θ, θ' prennent respectivement les valeurs

$$a_1 = a - 4\lambda\pi a \frac{\varphi(a\omega)}{\omega}, \qquad \theta_1 = 2\pi + 6\lambda\pi^2 \frac{\varphi(a\omega)}{\omega}, \qquad \omega_1 = \omega + 6\lambda\pi\,\varphi(a\omega).$$

» Le fait que j'ai voulu signaler, c'est qu'on a, toujours en négligeant λ^2,

$$a_1^3\omega_1^2 = a^3\omega^2 = \mu;$$

le mobile se retrouve dans les mêmes conditions que pour $t = 0$. Au lieu d'étendre les équations (4) à une période illimitée, il sera bien plus exact de ne les admettre que jusqu'au temps $t = \frac{2\pi}{\omega}$; on y remplacera alors a et ω par a_1 et ω_1, en changeant, comme il convient, l'origine de t et celle de θ; après le passage au second périhélie, on remplacera a_1 et ω_1 par des valeurs a_2, ω_2, et ainsi de suite. Les valeurs de r et θ correspondant à un périhélie quelconque se détermineront à l'aide des formules de récurrence

$$(5) \qquad a_{k+1} = a_k - 4\lambda \frac{a_k}{\omega_k}\varphi(a_k\omega_k), \qquad \theta_{k+1} = \theta_k + 2\pi + 6\lambda\frac{\pi^2}{\omega_k}\varphi(a_k\omega_k),$$

et l'on a toujours

$$(6) \qquad a_k^3\omega_k^3 = \mu.$$

» Supposons $\varphi(v)$ de la forme $\frac{\alpha v^n}{2\lambda\pi}$, la résistance étant proportionnelle à v^{n+1}; en ayant égard aux relations (2) et (6), on déduit aisément des équations (5) les valeurs suivantes pour a_k et θ_k

$$a_k = a[1 + (3-n)k\alpha a^n\omega^{n-1}]^{-\frac{2}{3-n}}, \quad \theta_k = 2k\pi + \frac{3\pi}{3-n}\sum_{i=0}^{i=k-1}\frac{(3-n)\alpha a^n\omega^{n-1}}{1+(3-n)i\alpha a^n\omega^{n-1}};$$

à cause de la petitesse de α, la somme qui figure dans l'expression de θ_k est sensiblement égale à une intégrale dont la valeur est

$$\log[1 + (3-n)k\alpha a^n\omega^{n-1}].$$

On trouve de même que le mobile passe au $k^{\text{ième}}$ périhélie au bout d'un temps

$$\frac{2\pi}{n\alpha a^n\omega^n}\left\{1 - [1 + (3-n)k\alpha a^n\omega^{n-1}]^{-\frac{n}{3-n}}\right\};$$

cette expression reste finie pour k infini. On fait le plus souvent $n=1$, la résistance étant proportionnelle à v^2; il vaudrait mieux la supposer proportionnelle à v^3, comme on tend à l'admettre pour les projectiles animés d'une grande vitesse. Pour $n=3$, nos dernières formules sont en défaut, mais les équations (5) montrent que les a_k décroissent comme les termes d'une progression géométrique, les θ_k croissent comme ceux d'une progression arithmétique. »

OPTIQUE. — *Propagation de la lumière dans une lame d'or.* Note de MM. **Hurion** et **Mermeret**, présentée par M. Mascart.

« Lorsqu'on éclaire, avec une lumière homogène, le réfractomètre interférentiel de Jamin et qu'on interpose une lame d'or sur un des faisceaux interférents, on observe, ainsi que l'avait indiqué M. Quincke, un léger déplacement des franges. Ce déplacement montre que le faisceau traversant la lame a pris une avance sur l'autre. On peut facilement doubler l'effet produit en plaçant alternativement la lame sur chacun des faisceaux et l'emploi du compensateur permet de mesurer la fraction de longueur d'onde qui correspond au retard. Cette fraction est très variable d'une couleur à l'autre ; c'est ainsi que nous avons trouvé avec une certaine lame les déplacements simples suivants : raie C, $0^f,233$; raie D, $0^f,199$; raie b, $0^f,107$; raie F, $0^f,031$. Ces nombres correspondent à des différences de marche qui, exprimées en millioniėmes de millimètre, seraient : 152 pour la raie C, 117 pour la raie D, 55 pour la raie b, et 15 pour la raie F. Cette différence de marche diminue rapidement avec la longueur d'onde et peut être représentée par une formule analogue aux formules de dispersion.

» La grande variation de la différence de marche avec la longueur d'onde se traduit expérimentalement par un phénomène intéressant. Si l'on éclaire avec de la lumière blanche l'appareil convenablement réglé, on peut voir dans le champ une frange centrale; si l'on vient à transporter la feuille d'or d'un des faisceaux sur l'autre, cette frange subit un déplacement de sens contraire à celui qu'on observe en lumière homogène et beaucoup plus grand que ce dernier. Ainsi pour une feuille d'or qui donnait, dans la lumière jaune, un déplacement correspondant à une rotation de 52′ du compensateur, nous avons trouvé une rotation de 126′ en éclairant avec un bec de gaz et 228′ avec la lumière solaire.

» On peut se rendre compte de ce fait en remarquant que la frange centrale est une frange achromatique ; si donc on désigne par λ la longueur d'onde de la lumière transmise la plus intense et par δ_2 le retard qu'on devrait introduire sur le faisceau qui traverse la lame d'or pour compenser l'avance x produite par cette lame, on doit écrire que la quantité $\frac{\delta_2}{\lambda} - \frac{x}{\lambda}$ reste fixe quand on fait varier λ. On est ainsi conduit à la relation $\delta_2 = x - \lambda \frac{\partial x}{\partial \lambda}$. Si l'on opérait en lumière homogène de longueur d'onde λ, on aurait pour le retard compensateur $\delta_1 = x$. D'où

$$\frac{\delta_2}{\delta_1} = 1 - \frac{\lambda}{x} \cdot \frac{\partial x}{\partial \lambda}.$$

Or $\frac{\partial x}{\partial \lambda}$ est positif et assez grand; il peut donc arriver que δ_2 et δ_1 soient de signes contraires. Le calcul donnerait, pour la raie D, $\frac{\delta_2}{\delta_1} = -2,5$ et, pour la raie E, $\frac{\delta_2}{\delta_1} = -4,5$. Ces nombres sont assez voisins de ceux que fournit l'expérience quand on éclaire avec la lampe à gaz et avec la lumière solaire.

» Si l'on répète, en lumière homogène, les expériences précédemment décrites, mais en plaçant cette fois la feuille d'or dans l'eau, on obtient des déplacements plus considérables. On peut, de la différence des nombres, déduire l'épaisseur de la lame, en supposant connu l'indice de réfraction de l'eau. Dès lors, on peut chercher par quel coefficient il faut multiplier l'épaisseur de la lame pour avoir l'avance qu'elle produit. Ce coefficient est, jusqu'à un certain point, comparable à l'indice de réfraction des corps transparents ; mais il n'est pas prouvé qu'il reste constant avec des lames de différentes épaisseurs.

» Quoi qu'il en soit, avec les feuilles d'or dont nous nous sommes servis et dont l'épaisseur était, d'après nos mesures, voisine de $175^{\mu\mu}$, nous avons trouvé, pour ces coefficients, les nombres suivants : raie C, 0,19; raie D, 0,41; raie *b*, 0,72; raie F, 0,93. Ces nombres se rapprochent beaucoup des indices déterminés par M. Kundt par la méthode du prisme.

» Il est à remarquer que les épaisseurs mesurées par la méthode optique sont supérieures à celles qu'on déduit de pesées de feuilles d'or prises dans le même cahier. L'écart est d'environ $70^{\mu\mu}$. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur l'amplitude de la variation diurne de la température.* Note de M. **Alfred Angot**, présentée par M. Mascart.

« L'amplitude de la variation diurne de la température, c'est-à-dire la différence des ordonnées maximum et minimum de la courbe qui représente cette variation, dépend surtout, dans une même station, de l'époque de l'année et de la nébulosité.

» Pour éliminer l'influence de la nébulosité, j'ai calculé, d'après quinze années d'observations horaires faites au parc Saint-Maur, la valeur moyenne de l'amplitude diurne de la température dans chaque mois pour les journées complètement claires, complètement couvertes, ou présentant divers degrés de nébulosité. Si a est, dans un mois quelconque, la valeur moyenne de l'amplitude diurne qui correspond à une nébulosité n comptée, comme d'ordinaire, de 0 (ciel complètement clair) à 10 (ciel complètement couvert), on a

$$(1) \qquad a = a_0(1 + bn + cn^2).$$

» Les coefficients a_0, b et c ont été déterminés pour chaque mois. Le calcul a montré (¹) que b et c peuvent être considérés comme constants dans toute l'année, et ont à Saint-Maur les valeurs

$$b = -0{,}083, \qquad c = +0{,}0011.$$

» Les valeurs de a_0 donnent, pour chaque mois, l'amplitude qui correspondrait à un ciel complètement clair; elles ne doivent donc plus dépendre que de la saison, c'est-à-dire de la position de la Terre sur son orbite.

» Soient l la longitude du Soleil et r sa distance à la Terre, les valeurs de a_0 peuvent s'exprimer par une relation de la forme

$$(2) \qquad a_0 = \frac{1}{r^2}(A + B\sin l + C\cos 2l).$$

Pour Saint-Maur, on a

$$A = 12°{,}572, \qquad B = 4°{,}596, \qquad C = 1°{,}745.$$

(¹) Le détail des observations et des calculs est donné dans le Tome I des *Annales du Bureau central météorologique pour* 1888, actuellement en publication.

» Nous donnons ici la comparaison des valeurs de a_0 obtenues directement avec celles que l'on déduit de la formule (2) :

	Valeurs de a_0 directes.	Valeurs de a_0 calculées.	Différ.		Valeurs de a_0 directes.	Valeurs de a_0 calculées.	Différ.
Janvier...	7°,71	7°,62	+0°,09	Juillet...	15°,40	15°,11	+0°,29
Février..	10,87	10,93	−0,06	Août....	15,46	15,44	+0,02
Mars.....	14,13	14,09	+0,04	Sept.....	14,72	14,68	+0,04
Avril.....	15,47	15,53	−0,06	Octobre..	12,08	12,07	+0,01
Mai.....	15,21	15,37	−0,16	Nov.....	8,42	8,55	−0,13
Juin....	14,83	14,95	−0,12	Déc.....	6,52	6,49	+0,03

» L'accord est très satisfaisant, puisque le plus grand écart entre les nombres observés et calculés n'atteint pas 0°,3, et que l'écart moyen est ± 0°,087, soit $\frac{7}{1000}$ seulement de la valeur moyenne de l'amplitude.

» En résumé, l'amplitude de la variation diurne de la température dans une station donnée est liée à la position de la Terre sur son orbite par la formule

$$a = \frac{K}{r^2}(A + B \sin l + C \cos 2l),$$

dans laquelle K est une fonction de la nébulosité, qui devient égale à l'unité si le ciel est libre de nuages. A, B et C sont des coefficients qui dépendent seulement de la position géographique de la station et de son régime climatologique. Pour déterminer les lois générales que suit la variation diurne de la température sur toute la Terre, il reste donc à calculer la valeur des coefficients A, B et C, pour toutes les stations où des observations horaires de la température ont été faites pendant une période de temps suffisante. »

ÉLECTROCHIMIE. — *Électrolyse par fusion ignée du fluorure d'aluminium.* Note de M. Adolphe Minet.

« 1. *Choix de l'électrolyte; ses propriétés physiques; sa régénération.* — Il y a deux genres de sels d'aluminium qui peuvent s'électrolyser à l'*état fondu* : les sels halogéniques, c'est-à-dire ceux où le radical acide est un halogène; les oxysels ou sels doubles constitués par de l'oxyde d'aluminium combiné avec un sel halogénique d'aluminium : oxychlorure, oxyfluorure et peut-être les sulfures.

» Nous avons étudié plus particulièrement les oxyde, chlorure et fluorure. A l'état de sel simple, le fluorure d'aluminium Al^2Fl^3 est difficilement fusible; le chlorure Al^2Cl^3 est très volatil à sa température de fusion (185°).

» Pour que l'action électrolytique se produise et continue avec une marche normale et régulière, il est *essentiel* que l'électrolyte se présente avec un état particulier de *fluidité*, le plus voisin possible de celui d'*un sel en dissolution*; il est difficile d'atteindre cet état avec les sels simples désignés plus haut.

» Henri Sainte-Claire Deville a songé à combiner les sels d'aluminium avec le sel d'un autre métal, plus électropositif, le sodium, par exemple; à former ainsi un sel double et, en plus, à mélanger ce dernier avec un excès d'un sel de sodium ayant le même radical acide ou un radical différent.

» Nous avons essayé successivement :

1er mélange :	Chlorure double d'aluminium et de sodium $Al^2Cl^3, 3NaCl$ ..	40
	Chlorure de sodium $NaCl$	60
2e mélange :	Fluorure double d'aluminium et de sodium $Al^2Fl^3, 3NaFl$ ...	40
	Chlorure de sodium $NaCl$	60

» Le chlorure double d'aluminium et de sodium, même lorsqu'il est mélangé avec un excès de chlorure de sodium, est encore trop volatil et très instable; nous entendons par ces termes que sa température de volatilisation est très voisine de son point de fusion; il donne naissance à d'abondantes vapeurs de chlorure anhydre d'aluminium; de plus, il est très corrosif et d'un maniement difficile.

» Le bain électrolytique à base de chlorure d'aluminium s'appauvrit rapidement; il devient pâteux à cause de la faible quantité de chlorure qu'il retient; l'électrolyse s'opère très irrégulièrement, la composition du bain ne pouvant être maintenue constante.

» Le bain à base de fluorure (2e mélange) donne de bien meilleurs résultats. Il est suffisamment fluide dès 800°; jusqu'à 1100°, il n'est presque pas volatil; à cette dernière température, qui est le maximum atteint dans nos expériences, il ne se perd guère, par volatilisation, en vingt-quatre heures, qu'une quantité représentée par les $\frac{5}{100}$ à $\frac{6}{100}$ de la masse totale en fusion.

» L'électrolyse s'opère normalement, c'est-à-dire qu'elle suit les lois de l'électrolyse des sels en dissolution. Les résultats obtenus sont dus surtout à la disposition particulière du vase qui renferme le bain et qui, grâce à

l'*artifice physique* que nous décrivons plus loin, ne subit aucune attaque du fluorure fondu. Il a pu être fait avec le même vase, comme le démontre le Tableau suivant, des expériences d'une durée dépassant mille heures :

Dates.	Nombre de jours.	Heures de marche.	Heures d'arrêt.	Nombre de cuves.	Poids du métal déposé.
					kg
1888. Novembre	30	715	5	6	140
1889. Avril	30	715	5	6	160
1889. Juillet-août	36	858	6	6	288
1889. Septembre-octobre	42	1001	7	6	504
1890. Février-mars	50	1190	10	4	900

» *Régénération du bain par le fluorure d'aluminium.* — Cette méthode était tout indiquée. Il suffit, en effet, de verser, au fur et à mesure de la décomposition du fluorure d'aluminium, des quantités équivalentes de ce sel qui se combinent au fluorure de sodium devenu libre, pour maintenir constante la composition du bain. Mais cette méthode entraîne une perte de fluor équivalente à la quantité d'aluminium déposé.

» On évite cette perte en alimentant le bain avec un mélange d'oxyde et de fluorure d'aluminium répondant à la forme d'un oxyfluorure d'aluminium Al^2O^3, Al^3Fl^3.

» 2. *Nature et dimensions du vase qui renferme l'électrolyte et des électrodes.* — La cuve est en fonte, elle a la forme d'un cube; mais, quelle que soit la nature du métal qui entre dans sa formation, elle serait attaquée par le bain, si nous n'avions employé un artifice physique, qui consiste à l'établir en dérivation sur le pôle négatif par l'intermédiaire d'une résistance R qui ne laisse passer que les $\frac{5}{100}$ du courant total; les $\frac{95}{100}$ du courant, qui traversent la cathode, agissent, par conséquent, utilement pour l'électrolyse.

» Au moyen de cet artifice, les parois intérieures de la cuve sont continuellement recouvertes d'une couche d'aluminium qui, bien qu'infiniment mince, la protège contre l'action corrosive du bain.

» Les électrodes positives et négatives sont constituées de charbon aggloméré.

» 3. *Constantes du courant électrique et de l'électrolyte.* — Les chiffres que nous donnons ont été relevés avec beaucoup de soin, le 11 février 1890. Ils se rapportent à quatre cuves établies en tension. La composition du bain était celle du second mélange. Température, 1100°. Densité maxi-

mum du courant : aux anodes, 1 ampère; à la cathode, 3 ampères par centimètre carré. Durée de l'expérience, 21 heures.

	Constantes correspondant à une seule cuve.
Différence de potentiel.....	$\varepsilon = 5^{volts},75$
Intensité................	$I = 1500$ ampères
Force électromotrice de décomposition............	$e = 2$ volts
Résistance de l'électrolyte..	$\rho = 0^{ohm},0025$
Poids du métal produit.....	$p = 5250^{gr}$

	Constantes correspondant à quatre cuves.
Différence de potentiel.....	23 volts
Énergie totale dépensée en chevaux-heure..........	978 chev.-heure
Poids total du métal produit.	21000^{gr}
Poids théorique...........	41580^{gr}

Coefficient économique du système en fonction de la quantité d'électricité .... $\varphi = \frac{21000}{41580} = 50,5$ p. 100

Poids du métal produit pour une dépense d'énergie, dans les bains, correspondant à un cheval-heure.......................... $P = 21^{gr},5$

» Nous croyons que la valeur du coefficient économique pourra s'élever, en marche normale, à 70 pour 100; ce chiffre a été atteint dans d'autres expériences; par suite, la quantité d'aluminium produite pour une dépense de 1 cheval-heure sera d'environ 30^{gr}. »

CHIMIE. — *Sur les états isomériques du sesquibromure de chrome. Sesquibromure bleu.* Note de M. A. Recoura.

« J'ai montré récemment (*Comptes rendus*, t. CX, p. 1029) que le sesquibromure de chrome hydraté, que l'on obtient par l'évaporation d'une dissolution *acide* de ce sel, se présente sous la forme de cristaux *verts* ayant la composition $Cr^2Br^3, 12HO$. J'ai montré que ces cristaux donnent, en se dissolvant dans l'eau, une dissolution verte, éminemment instable. Cette dissolution se transforme soit spontanément, soit sous différentes influences, en une liqueur violette, qui constitue l'état stable, définitif, toujours le même, de la dissolution primitivement verte.

» Je vais étudier maintenant la nature de cette dissolution violette et montrer qu'elle correspond à une seconde forme du sesquibromure hydraté solide, que j'appelle *sesquibromure bleu,* qui a la même composition $Cr^2Br^3, 12HO$ que le sesquibromure vert.

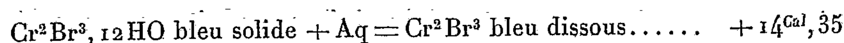
» *Préparation du sesquibromure bleu.* — Je chauffe pendant quelques

minutes à l'ébullition une dissolution très concentrée, mais non saturée, de sesquibromure vert (100^{gr} de bromure dans 75^{gr} d'eau). Dans la dissolution refroidie et maintenue froide, je fais passer un courant d'acide bromhydrique gazeux ([1]), jusqu'à ce que la liqueur soit saturée et commence à devenir brune. La liqueur, qui tient alors en suspension un précipité extrêmement fin, est filtrée à la trompe sur de la soie de verre. Le précipité ainsi recueilli est *soigneusement essoré* et étendu sur des plaques de porcelaine poreuse que l'on conserve à l'abri de l'air humide.

» Le composé desséché dans ces conditions est une poudre gris bleu qui a pour composition $Cr^2Br^3, 12HO$. *Ce composé est donc une modification isomérique du sesquibromure vert; je l'appelle* sesquibromure bleu.

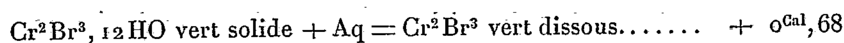
» *Propriétés.* — Ce sel est extrêmement hygrométrique; exposé quelques minutes à l'air humide, il se transforme en un liquide violet. Il est donc très soluble dans l'eau. Il est insoluble dans l'alcool, tandis que le bromure vert y est très soluble.

» Sa dissolution dans l'eau est accompagnée d'un dégagement de chaleur relativement considérable :



$$Cr^2Br^3, 12HO \text{ bleu solide} + Aq = Cr^2Br^3 \text{ bleu dissous} \ldots\ldots \quad +14^{Cal},35$$

» Le bromure vert, au contraire, ne dégage en se dissolvant dans l'eau que très peu de chaleur :



$$Cr^2Br^3, 12HO \text{ vert solide} + Aq = Cr^2Br^3 \text{ vert dissous} \ldots\ldots \quad +0^{Cal},68$$

» Je montrerai plus loin les conséquences importantes de cette différence.

» *Constitution des dissolutions violettes.* — La dissolution du bromure bleu est violette. Cette dissolution, lorsqu'on la neutralise par une quantité équivalente de soude, dégage une quantité de chaleur égale à $21^{Cal},6$. Or les dissolutions violettes dont j'ai parlé précédemment, qui proviennent de la transformation des dissolutions du bromure vert, sont précisément caractérisées par la même quantité de chaleur $21^{Cal},6$. Elles sont donc identiques à la dissolution du bromure bleu.

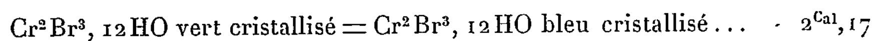
([1]) L'acide bromhydrique gazeux est obtenu par un procédé que j'ai récemment décrit (*Comptes rendus*, t. CX, 14 avril 1890). M. Alexandre Naumann, dans un Mémoire dont je n'avais pas eu connaissance (*Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft*, t. IX, p. 1574) et que je n'avais pas mentionné, a indiqué un procédé fondé sur le même principe.

» Ainsi donc : 1° la dissolution du bromure bleu ; 2° la dissolution du bromure vert spontanément transformée au bout de quelques heures; 3° la dissolution obtenue en dissolvant dans l'acide bromhydrique le sesquioxyde de chrome précipité des sels violets de chrome, sont toutes identiques et constituent l'état stable, définitif, des dissolutions de sesquibromure de chrome.

» *Transformations réciproques des deux variétés de sesquibromure.* — Le sesquibromure hydraté existe donc sous deux formes *à l'état cristallisé*, le sesquibromure vert et le sesquibromure bleu ayant tous les deux la même composition Cr^2Br^3, 12HO. Ces deux corps, dissous dans l'eau, donnent des dissolutions dont la soude précipite la même variété de sesquioxyde de chrome, la variété qui est commune à tous les sels violets de chrome. *On doit donc les ranger tous les deux dans la catégorie des sels violets de chrome,* en définissant cette catégorie de sels par la nature de leur oxyde.

» Mais, tandis que la dissolution du bromure bleu est parfaitement stable, la dissolution du bromure vert se transforme spontanément en peu de temps en une dissolution violette, qui est identique à la dissolution du bromure bleu. Cette transformation est accompagnée d'un *dégagement* de chaleur égal à $11^{Cal},5$. Ce fait explique l'instabilité de la dissolution verte.

» Mais, fait curieux, la transformation du bromure vert *solide* en bromure bleu solide est accompagnée au contraire d'une *absorption* de chaleur :


Cr^2Br^3, 12HO vert cristallisé = Cr^2Br^3, 12HO bleu cristallisé ... $-2^{Cal},17$

Ce renversement provient de la grande chaleur de dissolution du bromure bleu solide.

» Il doit donc en résulter que *le bromure vert constitue la forme la plus stable du sesquibromure de chrome solide,* tandis que c'est le bromure bleu qui est la forme stable du sesquibromure dissous.

» Ceci est en effet conforme à tous les faits que j'ai observés. J'en citerai quelques-uns :

» 1° Le bromure bleu solide maintenu quelque temps à 100° se transforme en son isomère le bromure vert solide, sans changer de composition, c'est-à-dire sans perdre d'eau.

» 2° Cette transformation ne paraît pas se produire spontanément à la température ordinaire, ou du moins, si elle se produit, ce n'est qu'au bout d'un temps très long. Pourtant le bromure bleu préparé comme je l'ai indiqué, s'il n'a pas été soigneusement essoré, reste imprégné d'une eau mère qui renferme une certaine quantité de bromure vert ; dans ces

conditions, la transformation du bromure bleu solide en bromure vert solide se produit spontanément en quelques jours, amorcée, pour ainsi dire, par la petite quantité de cristaux de bromure vert, déposés par l'eau mère.

» 3° Si l'on abandonne à la cristallisation une dissolution de bromure bleu, il se forme d'abord dans le liquide de longues aiguilles bleues, puis, lorsque l'eau a presque complètement disparu, on voit apparaître, entre ces aiguilles, de petits cristaux de bromure vert, qui envahissent, au bout d'un certain temps, la masse tout entière.

» 4° Si l'on abandonne à la cristallisation une dissolution *saturée* de bromure vert, elle reste verte et dépose, au bout de quelque temps, des cristaux de bromure vert.

» 5° Si l'on abandonne une dissolution de bromure vert *additionnée d'acide bromhydrique*, cette dissolution reste indéfiniment verte et ne passe pas à la modification violette, sans doute parce que l'acide retient l'eau de la dissolution à l'état de combinaison, et le bromure se comporte comme si la dissolution était saturée.

» Tous ces faits prouvent que l'état vert est celui qu'adopte de préférence le sesquibromure de chrome solide, ou bien le sesquibromure dissous en présence d'une très faible quantité d'eau.

» En résumé, *le sesquibromure de chrome, dans ses diverses transformations isomériques, se comporte dans tous les cas comme on peut le prévoir d'après les indications du principe du travail maximum.* »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Sur le dosage et la séparation du zinc en présence du fer et du manganèse.* Note de M. **J. Riban**, présentée par M. Troost.

« Les procédés proposés, jusqu'à ce jour, pour le dosage difficile du zinc en présence du fer exigent généralement la séparation préalable du fer sous une forme qui le rend impropre à sa pesée immédiate; en outre, ce métal entraîne avec lui des quantités variables de zinc; pour ces motifs, on est obligé de le redissoudre et de le précipiter une deuxième fois avant de procéder enfin au dosage définitif du zinc. On est ainsi conduit au lavage successif de deux précipités gélatineux de fer, opération toujours longue et pénible lorsque ce métal est en quantité notable. De plus, dans l'analyse d'un grand nombre de minerais ferrugineux du zinc, on peut se proposer de doser d'abord ou bien exclusivement ce dernier, le fer, le

manganèse, etc., n'ayant souvent qu'une importance secondaire ou nulle. Enfin quelques méthodes mises en œuvre pour le dosage initial du zinc ne permettent pas sa détermination en présence de la chaux, qui fait partie de la gangue de certains minerais.

» Le procédé que je propose affranchit de toutes ces difficultés et permet de doser directement le zinc par la méthode pondérale. Il est basé sur les faits suivants que j'ai établis dans une précédente Communication (1): 1° le zinc, en présence des hyposulfates alcalins ou ammoniacaux, donne par l'hydrogène sulfuré un précipité de sulfure dense, grenu, facile à laver et insoluble à froid dans l'acide hyposulfurique devenu libre; j'ai montré comment on peut ainsi doser rapidement et rigoureusement le zinc; 2° le fer n'est pas précipité en présence des hyposulfates par l'hydrogène sulfuré, et s'il y a du zinc celui-ci n'entraîne que des traces de fer.

» Pour doser directement le zinc en présence du fer (au maximum ou au minimum) ou du manganèse, on amène la liqueur à un degré de dilution tel qu'elle contienne au plus $0^{gr},1$ de zinc pour 100^{cc} environ, puis on sature par une dissolution de carbonate de soude jusqu'à apparition d'un léger précipité persistant que l'on redissout par quelques gouttes d'acide chlorhydrique dilué. On fait passer dans le liquide *froid* un courant de gaz sulfhydrique, lorsque la majeure partie du zinc est précipitée, avec du soufre provenant de la réduction du sel ferrique; on ajoute un large excès d'une solution d'hyposulfate de soude et l'on continue l'action du courant; les dernières portions de zinc se précipitent, le fer reste en dissolution. Un excès d'hyposulfate ne nuit pas; il est commode pour ces dosages d'en préparer une solution d'une richesse connue, et l'on en versera, par exemple, le double de la quantité théorique approximativement calculée pour faire le double échange avec le zinc et le fer probables de la dissolution. D'ailleurs, un excès d'hyposulfate dispense de ces précautions.

» Dans le cas où, après avoir précipité le zinc, on se propose de doser ultérieurement le fer par l'ammoniaque, l'oxyde ferrique entraînant toujours quelque proportion de sels alcalins, il est préférable de substituer à l'hyposulfate de soude celui d'ammoniaque que l'on trouve également dans le commerce. La saturation initiale de l'acide libre des liqueurs se fera, dès lors, non plus avec le carbonate de soude, mais avec l'ammoniaque ou son carbonate, jusqu'à ce que la coloration jaune de la solution contenant du fer passe à l'orangé, couleur des sels neutres ou basiques de ce métal.

» Le précipité de sulfure de zinc, dense et bien rassemblé, est blanc,

(1) *Comptes rendus*, t. CVII, p. 341.

souvent grisâtre par suite de la présence de traces de fer qu'il est facile de déterminer rapidement, comme on va le voir. On abandonne le précipité à lui-même durant cinq ou six heures au moins et on le lave avec de l'eau chaude additionnée de solution d'hydrogène sulfuré par décantation et filtration, ce qui se fait aisément; il prend ainsi, le plus souvent, une teinte légèrement violacée; on termine le lavage sur le filtre. Le précipité calciné avec du soufre dans un courant d'hydrogène (appareil de H. Rose) est pesé, il consiste en sulfure de zinc contenant de très faibles quantités de sulfure de fer, qui le rendent légèrement grisâtre. On détermine rapidement ces dernières en dissolvant le contenu du creuset dans l'acide chlorhydrique, peroxydant par quelques gouttes d'acide azotique, puis, après addition d'un grand excès de chlorhydrate d'ammoniaque pour s'opposer à la précipitation du zinc, on sursature par l'ammoniaque. La quantité de fer entraînée par le zinc est si faible que l'ammoniaque ne produit à froid aucun précipité et qu'il faut porter à l'ébullition pour voir apparaître quelques légers flocons de peroxyde de fer, que l'on recueille sur un petit filtre; on les lave avec de l'eau contenant du sel ammoniac, c'est l'affaire de quelques instants; le poids de fer entraîné n'étant guère que de 1^{mgr}. On transforme par le calcul ce poids de peroxyde en sulfure et on le défalque du sulfure de zinc précédemment trouvé, ce qui donne le poids net de ce dernier.

» Si l'on veut maintenant doser le fer dans les liqueurs débarrassées du zinc, il suffit de les concentrer et de les peroxyder par l'acide nitrique qui porte immédiatement son action sur le fer, les hyposulfates n'étant que peu oxydables par cet acide. Dans la solution le fer est précipité, comme à l'ordinaire, par l'ammoniaque, etc.

» Voici quelques exemples qui donneront une idée de la valeur de la méthode qui se recommande par sa rapidité et son exactitude, si l'on veut bien tenir compte des difficultés que présente la séparation rigoureuse du zinc et du fer. Les déterminations ont été effectuées sur des quantités pesées de solutions de chlorure de zinc et de chlorure ferrique dont la composition était rigoureusement connue.

Volume total des solutions de Zn et Fe traitées par H^2S.	Zinc		Différence.	Fer	
	métallique contenu dans la solution.	net trouvé.		métallique présent.	entraîné défalqué du zinc.
cc	gr	gr	gr	gr	gr
274.....	0,2121	0,2116	−0,0005	0,2288	0,0010
263.....	0,2136	0,2135	−0,0001	0,2282	0,0008
612.....	0,4287	0,4273	−0,0014	0,2437	0,0013

Volume total des solutions de Zn et Fe traitées par H²S.	Zinc métallique contenu dans la solution.	Zinc net trouvé.	Différence.	Fer métallique présent.	Fer entraîné défalqué du zinc.
cc	gr	gr	gr	gr	gr
265......	0,2155	0,2151	—0,0004	0,4537	0,0010
545......	0,1655	0,1653	—0,0002	0,3323	0,0018
525......	0,3322	0,3314	—0,0008	0,1698	0,0013
545......	0,1738	0,1728	—0,0010	0,3502	0,0013
545......	0,1775	0,1764	—0,0011	0,3468	0,0012
500......	0,2169	0,2174	+0,0005	0,3132	0,0012

» La même méthode permet de séparer exactement le zinc d'avec le manganèse ; le sulfure de zinc n'entraîne que des traces impondérables de manganèse.

Volume total des solutions de Zn et Mn traitées par H²S.	Zinc métallique contenu dans la solution.	Zinc trouvé.	Différence.	Manganèse métallique présent.
275cc......	0gr,1758	0gr,1756	—0gr,0002	0gr,1700
315cc......	0gr,2170	0gr,2171	+0gr,0001	0gr,2933

» Ainsi se trouvent réalisés le dosage direct et la séparation du zinc en présence du fer et du manganèse par un procédé qui permet, en outre, d'opérer en présence de la chaux (dont l'hyposulfate est soluble) que l'on rencontre dans les gangues d'un certain nombre de minerais. J'ai appliqué cette méthode, avec succès, à l'analyse des calamines ferrugineuses ; quand celles-ci sont en même temps plombifères, il convient d'éliminer d'abord le plomb, qui se précipiterait avec le zinc dans l'action de l'hydrogène sulfuré. »

CHIMIE. — *De la composition des argiles et kaolins.* Note de M. **Georges Vogt**, présentée par M. Friedel.

« Les argiles et les kaolins sont des mélanges plus ou moins complexes de silicate d'alumine hydraté et de débris de minéraux divers. La plasticité qui caractérise les argiles est principalement due au silicate d'alumine hydraté $2SiO^2.Al^2O^3.2H^2O$.

» L'étude de ces mélanges peut être faite, soit par procédés mécaniques, soit par procédés chimiques.

» Par les procédés mécaniques, qui consistent surtout en lévigations, on ne parvient qu'à réunir en une même masse les divers éléments contenus dans l'argile, qui peuvent, dans les circonstances de l'expérience, rester le même temps en suspension. C'est ce que montrent les essais suivants, qui ont porté successivement sur le quartz, le feldspath orthose et le mica blanc, minéraux qui accompagnent ou peuvent le plus souvent accompagner le silicate d'alumine hydraté, passant sous silence le carbonate de chaux et l'oxyde de fer dont la présence est si facile à constater dans les argiles.

» Le quartz mis en expérience provenait du Limousin; le feldspath était de l'orthose de Norvège et le mica un mica potassique d'origine inconnue.

» Ces minéraux finement broyés ont été mis en suspension dans de l'eau distillée rendue légèrement ammoniacale. Après vingt-quatre heures, chacun des liquides contenant ces minéraux était encore complètement opaque comme s'il eût tenu de l'argile en suspension; après neuf jours, l'opacité persistait encore, bien qu'affaiblie. Après ce temps, les liquides opaques ont été, à l'aide d'un siphon, séparés du dépôt formé et traités par quelques gouttes d'acide chlorhydrique, les matières restées en suspension se sont coagulées, puis précipitées; on les a recueillies, séchées et pesées.

» Le mica, resté en suspension après neuf jours, est très ténu; néanmoins, ses parcelles sont encore de dimensions assez grandes pour prendre à la moindre agitation du liquide dans lequel elles flottent un aspect soyeux dû au miroitement des paillettes de ce brillant minéral. L'addition d'acide chlorhydrique amène une coagulation instantanée et il se forme un précipité très floconneux ne présentant plus alors aucun phénomène de miroitement. Ainsi traité, un litre de liquide laisse déposer $0^{gr},15$ de mica. Ce mica, mis en pâte, est doué d'une plasticité presque égale à celle des kaolins.

» Dans les mêmes conditions, le feldspath de Norvège ne communique au liquide qui le tient en suspension qu'un miroitement à peine sensible; chaque litre de ce liquide coagulé par l'acide laisse déposer $0^{gr},40$ de feldspath sous forme de flocons qui se réunissent rapidement, et la liqueur reste limpide.

» Le quartz du Limousin ne produit dans l'eau distillée ammoniacale aucun chatoiement et il n'en reste en suspension après neuf jours que $0^{gr},10$ par litre qui, par l'action de l'acide chlorhydrique, se précipitent lentement sous la forme de sable très fin.

» Soumise aux mêmes traitements, une argile très plastique, l'argile de Dreux, a donné après neuf jours une liqueur opaque qui, par l'action de l'acide, a laissé déposer 0gr,56 de matière très floconneuse, n'ayant présenté aucun aspect miroitant.

» On voit, d'après ces expériences, que par lévigation on ne pourra pas isoler l'argile pure des débris très ténus de quartz, feldspath ou mica, auxquels elle serait mélangée, puisque tous peuvent rester conjointement en suspension dans l'eau. De plus, comme, seul, le mica en fines paillettes jouit de la propriété de miroiter en suspension dans l'eau, il semble que ce soit à la présence de ce minéral qu'on doive attribuer cette propriété quand elle se présente dans une argile,

» L'étude chimique des argiles confirme, du reste, cette manière de voir et permet en même temps d'expliquer la présence des alcalis que l'analyse décèle dans nombre d'argiles totalement solubles à chaud dans l'acide sulfurique.

» Si l'on traite séparément par l'acide sulfurique l'argile, le mica, le quartz et le feldspath, les deux premiers seuls sont attaqués, le quart et le feldspath restent intacts. Donc, quand on attaquera par l'acide sulfurique une argile contenant quartz, feldspath et mica, elle sera séparée en deux parties, l'une soluble provenant du mica et du silicate d'alumine hydraté, l'autre insoluble formée par le feldspath, le quartz et la silice séparée par la décomposition du mica et de l'argile proprement dite. Chacune de ces parties de l'attaque contiendra dans ce cas des alcalis, les uns dans la portion soluble provenant du mica, les autres dans la portion insoluble provenant des roches feldspathiques. Dans la partie soluble, on rencontre comme alcali surtout la potasse, et, quand la teneur en potasse augmente, celle de l'eau combinée diminue de façon à correspondre toujours assez exactement à la formule d'un mélange de



$$2SiO^2.Al^2O^3.2H^2O \quad \text{et} \quad 6SiO^2.3Al^2O^3.K^2O\,2H^2O.$$

Cependant si, outre le mica blanc, l'argile contenait du mica magnésien, le rapport de l'alumine à la silice diminuerait dans les résultats de l'analyse, car le mica magnésien ne renferme qu'environ la moitié de l'alumine que contient le mica potassique.

» D'autre part, le phénomène de miroitement des argiles mises en suspension dans l'eau ammoniacale n'apparaît qu'avec celles dans lesquelles l'analyse par l'acide sulfurique décèle les alcalis dans la partie entrée en dissolution. Ces deux observations concordent pour montrer que l'alcali,

qu'on trouve dans la partie des argiles soluble dans l'acide sulfurique, est contenu dans des débris de mica intimement mélangés au silicate d'alumine hydraté.

» En résumé, ces recherches montrent : 1° qu'aucun procédé de lévigation ne permet de séparer dans les argiles le silicate d'alumine hydraté des corps étrangers qui peuvent l'accompagner; 2° que les alcalis contenus dans les argiles peuvent y être apportés soit par les micas, soit par les feldspaths, fait que l'analyse par une attaque par l'acide sulfurique permet d'établir et qui conduit à une connaissance plus exacte de la composition immédiate des argiles. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la synthèse des fluorures de carbone.* Note de M. C. **Chabrié**, présentée par M. Friedel.

« Je me suis proposé, dans ma première Note ([1]), de donner un mode opératoire simple, permettant d'obtenir le tétrafluorure de carbone assez facilement pour l'étudier, assez pur pour éviter de longues manipulations de purification; enfin, de montrer la généralité de la préparation en obtenant d'autres fluorures de carbone, avec les mêmes avantages. J'ai cru avoir réussi à atteindre ce but; je désire montrer que je ne me suis pas trompé.

» Dans une Note récente ([2]), M. Moissan dit que le gaz CFl^4 doit être préparé dans un appareil en métal; il signale la présence d'acide carbonique et de fluorure de silicium mélangé au gaz obtenu dans un appareil de verre. J'ai préparé de nouveau ce fluorure dans les conditions précises que j'ai indiquées dès le début, dans un tube scellé de verre de Bohême. Puis, j'y ai recherché l'acide carbonique et la silice. Je n'y ai trouvé que des traces de silice, et la proportion d'acide carbonique n'a jamais été considérable dans le gaz récemment préparé. Il me semble donc que l'appareil en verre de Bohême peut être employé sans inconvénient. Dans la même Note, M. Moissan signale la température de 195°-220° comme la plus favorable à la production du gaz auquel il attribue la densité 3,03. J'ai indiqué la température de 220° dès le commencement de ce travail et la densité comme égale à 2,90 (nombre très voisin) également à la

([1]) *Comptes rendus des séances de la Société chimique*, séance du 7 février. — *Comptes rendus*, séance du 10 février.

([2]) *Comptes rendus* du 5 mai 1890.

même époque. Enfin, j'ai insisté sur la décomposition de CFl^4 en carbonate et fluorure de potassium sous l'action de la potasse alcoolique dès le 7 février, et le dégagement d'acide carbonique produit par l'acide acétique mêlé à la liqueur potassique : ces faits ont été confirmés, depuis, par M. Moissan.

» J'ai ensuite publié ([1]) la synthèse du fluoroforme $CHFl^3$, sa densité (2,41, la théorie exige 2,43) et ses propriétés relatives à l'action de la potasse alcoolique, en même temps que M. Meslans. M. Moissan m'ayant prié de ne pas continuer mes recherches sur ce fluorure dont M. Meslans désirait poursuivre, seul, l'étude, je me suis borné à porter quelques tubes en renfermant au laboratoire de M. le professeur G. Sée qui m'a fait l'honneur de me le demander pour examiner ses propriétés physiologiques.

» Je désire signaler la production d'un nouveau gaz, le fluorure de méthylène CH^2Fl^2. Je l'ai obtenu en chauffant à 180°, pendant une demi-heure, $1^{gr},7$ de chlorure de méthylène, avec $5^{gr},08$ de fluorure d'argent produit par le procédé de Gore ([2]) et préparé à l'état anhydre avec les précautions décrites dans le travail si connu de M. Guntz ([3]).

» La densité du gaz obtenu a été trouvée égale à 1,82; la théorie exige 1,81 pour la formule CH^2Fl^2.

» Pour analyser ce gaz, je l'ai traité par la potasse alcoolique qui l'a absorbé, puis par l'acide acétique et le permanganate de potasse qui oxyde l'aldéhyde formique qui a dû prendre naissance avec la potasse alcoolique. L'acide acétique met en liberté l'acide carbonique formé par cette oxydation et permet de doser le carbone contenu dans ce gaz d'une manière plus rapide que si on le brûlait sur une grille à analyse avec un mélange d'oxydes métalliques porté au rouge. Je me suis assuré que l'alcool de la potasse alcoolique ne donnait pas d'acide carbonique avec le permanganate dans les limites de temps et de concentration des liquides de l'expérience.

» J'ai constaté que les volumes de fluorure analysé et d'acide carbonique produit étaient égaux, ce qui doit être si l'on a obtenu le corps CH^2Fl^2. Je

---

([1]) *Comptes rendus des séances de la Société de Chimie*, séance du 14 février 1890.

([2]) *Chemical News*, t. XXI, p. 28; *Bulletin de la Société de Chimie*, t. XIV, p. 38; *Berichte*, t. III, p. 38.

([3]) *Annales de Chimie et de Physique*, 6e série, t. III, p. 43; 1884.

me propose d'étudier l'action physiologique de ce gaz et de la comparer à celle du chlorure de méthylène CH^2Cl^2 qui a fourni à MM. Regnault et Villejean des résultats intéressants.

» D'après ces faits et ceux publiés précédemment, je crois pouvoir conclure que l'usage des tubes scellés constitue une bonne manière de préparer les fluorures de carbone. Le contact intime des deux corps mis en présence permet d'augmenter la rapidité de l'opération et d'assurer un rendement avantageux, sans avoir d'appareil spécial à surveiller.

» La réaction employée est, comme je l'ai dit, ancienne dans la Science; mais il me paraît intéressant de remarquer qu'on n'en peut donner une explication logique que depuis que M. Guntz a montré que la chaleur de formation du fluorure d'argent anhydre calculée par lui égale à $25^{cal},6$ est plus faible que celle du chlorure d'argent anhydre qui est égale à $29^{cal},2$ ([1]). »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les produits de la saccharification des matières amylacées par les acides.* Note de M. G. **Flourens**, présentée par M. Schützenberger.

« Les savants ne sont pas parfaitement d'accord sur les différents produits qui se forment pendant la saccharification des matières amylacées par les acides; un grand nombre d'entre eux, dans des travaux récents, admettent encore, avec M. Musculus, qu'il se produit un certain nombre de dextrines, différentes par leurs propriétés et leurs pouvoirs rotatoires; et que ces dextrines, avant de se transformer en glucose, passent par l'état intermédiaire de maltose. On peut citer parmi ces savants : Gruber, Dubrunfaut, Nægeli, O'Sullivan, Brown et Héron, Maerker.

» Nous avons examiné, au laboratoire et dans la pratique industrielle, les produits de la saccharification par les acides minéraux et organiques. Nous avons prélevé les échantillons aux différentes époques de la transformation, à partir du moment de la cessation de la coloration bleue avec la teinture d'iode et l'apparition de la teinte violacée de la dextrine. Les produits ont été essayés par les méthodes chimiques et par la méthode polarimétrique; nous les avons examinés d'abord directement et ensuite après leur saccharification complète opérée au laboratoire.

([1]) Travail fait au laboratoire de M. Friedel.

» Le Tableau ci-joint donne quelques-uns de nos nombreux résultats :

Saccharification par l'acide sulfurique.

a. Échantillon donnant une coloration violette avec la teinture d'iode, à la cessation de la coloration bleue.

b. Échantillon prélevé à la disparition de la coloration violette avec l'iode.

c. Échantillon prélevé sept minutes après *b*.

d. Sirop commercial concentré à 45° Baumé.

		a.	*b.*	*c.*	*d.*
Glucose par la liqueur cuivrique...................	g	4,16	7,10	10,70	63,80
Glucose de la saccharification de la dextrine..........	d	20,84	17,90	14,30	23,20
Glucose par saccharification complète................	G	25,00	25,00	25,00	87,00
Notation directe en degrés saccharimétriques.........	n	63°,00	57°,00	50°,00	116°,00
Notation attribuée à la glucose $= g \times C, C = 0,78$...		3,25	5,50	8,25	49,75
Différence attribuée à la dextrine $= n - gC$.........		59,75	51,50	41,75	66,25
Coefficient C_1 de la dextrine = pouvoir rotatoire relativement à la saccharose $= \frac{n - gC}{d \times 0,9}$...............		3,19	3,19	3,21	3,17
Glucose formée pour 100 de matière $= 100g : G$......		17,00	28,00	43,00	73,50

» Ces résultats démontrent, à cause de la constance du coefficient C_1 représentant le pouvoir rotatoire de la dextrine relativement à la saccharose, qu'il ne se produit qu'une seule dextrine, comme l'admettait M. Payen, et que cette dextrine est parfaitement déterminée par son pouvoir rotatoire très élevé se rapprochant de celui de la fécule soluble.

» Cette constance de C_1, aux différentes époques de la saccharification, prouve aussi qu'il n'y a pas production de maltose; car celle-ci viendrait, à cause de son pouvoir rotatoire élevé et de son faible pouvoir réducteur, augmenter les notations saccharimétriques attribuées à la dextrine et relever le rapport C_1.

» Le calcul algébrique indique bien aussi, en se servant des résultats fournis par les deux méthodes d'analyse, que la proportion de maltose existant dans les produits saccharifiés est nulle; et qu'on doit admettre pour la glucose et la dextrine les nombres g et d que nous avons déterminés.

» Nos résultats indiquent aussi que la méthode chimique et la méthode polarimétrique s'accordent parfaitement. Cependant, dans les saccharifications industrielles, dans lesquelles on se propose d'obtenir le maximum de glucose en employant les proportions ordinaires d'acide, qui sont très

faibles relativement à celles que l'on doit employer au laboratoire pour obtenir la saccharification complète, on constate qu'à partir seulement d'une certaine limite, qui correspond, selon les conditions, à la transformation d'environ 75 à 80 pour 100 de la matière amylacée en glucose, l'accord entre les deux méthodes d'analyse cesse d'exister. Le coefficient C_1 diminue d'une manière progressive quand on prolonge trop la saccharification; il se produit alors une altération de la matière et ensuite la caramélisation, qu'il faut toujours chercher d'éviter dans la pratique. »

ÉCONOMIE RURALE. — *Sur la décomposition des engrais organiques dans le sol.* Note de M. **A. Muntz**, présentée par M. Schlœsing.

« Lorsque la matière organique, provenant des résidus végétaux ou apportée par les fumures, se décompose au sein de la terre arable, l'azote qu'elle renferme revient invariablement à l'état de nitrate, sous lequel il sert d'aliment aux plantes.

» Nous avons montré, M. Schlœsing et moi, dès 1877, que la nitrification est due à un organisme spécial, dont nous avons fait connaître la forme et les conditions d'existence, et que nous avons cultivé dans des milieux variés.

» La terre végétale est une masse en pleine fermentation et les organismes qui y vivent sont nombreux. Quoique, au point de vue de la nutrition végétale, le ferment nitrique soit le plus important d'entre eux, puisqu'il amène l'azote à son plus haut degré d'assimilation, il n'est pas sans intérêt d'étudier le rôle des organismes qui l'accompagnent. La matière organique qui se trouve dans le sol à l'état d'humus, et qui est surtout formée par les débris des végétations antérieures, offre une grande résistance aux agents de décomposition, et l'azote qu'elle renferme ne se transforme qu'avec lenteur en produits assimilables. Aussi, quoique dans un hectare de terre arable il y ait plusieurs milliers de kilogrammes d'azote humique, est-il nécessaire de donner des engrais azotés pour obtenir des récoltes abondantes.

» Lorsque ces engrais sont constitués par des matières organiques : fumiers, poudrette, sang et viande desséchés, corne, laine, cuir, tourteaux de graines, etc., leur azote se comporte autrement que celui de l'humus; il nitrifie rapidement et se présente alors à la plante sous la forme la plus propice au développement végétal.

» J'ai cherché si leur nitrification s'opère d'emblée ou s'il est possible de constater un état intermédiaire entre la forme organique et la forme nitrique. On sait que les ferments des matières albuminoïdes produisent de l'ammoniaque. Des ferments ayant cette fonction n'interviennent-ils pas dans le sein de la terre arable (1) pour hâter la décomposition de la matière organique, conjointement avec l'organisme de la nitrification?

» S'il en est réellement ainsi, comme les expériences que je vais rapporter le démontrent, on est conduit à se demander si la fermentation ammoniacale n'est pas d'une importance capitale dans la transformation de l'azote inerte en azote assimilable et si, utile à coup sûr à la nitrification, elle ne lui est pas indispensable. On sait par les travaux de M. Schlœsing combien est rapide la production des nitrates aux dépens des sels ammoniacaux. L'agent de la production de l'ammoniaque, que j'ai trouvé accompagnant le ferment nitrique dans la nature, a donc pour fonction de préparer à ce dernier un état de l'azote sur lequel il aura plus d'action.

» Il faut même se demander si le ferment nitrique peut oxyder l'azote lorsque celui-ci n'est pas au préalable amené sous la forme ammoniacale. Cette question peut être résolue facilement, aujourd'hui que M. Winogradsky a isolé à l'état de pureté absolue l'organisme de la nitrification que nous n'avions réussi à obtenir, M. Schlœsing et moi, qu'à un état de pureté relative. Quoi qu'il en soit, il est constant, par les expériences dont je vais donner quelques exemples, que l'agent de la production de l'ammoniaque existe dans tous les sols, et qu'il travaille à la transformation des engrais organiques en produits ammoniacaux.

Terres acides, dont la composition chimique ne permet pas la nitrification.

	Terres de landes.		Terre tourbeuse.	
Durée 8 mois.	Ammoniaque.	Acide nitrique.	Ammoniaque.	Acide nitrique.
	mgr		mgr	
Dans 100gr de terre	2,5	0	2,1	0
» fumée avec de la corne	28,9	0	21,1	0
» fumée avec du sang desséché	73,9	0	39,7	0

» *Dans les sols qui, par leur constitution chimique, sont incapables de nitrifier, l'azote des matières organiques se transforme en ammoniaque.*

(1) M. Duclaux avait déjà pensé qu'il devait en être ainsi (*Chimie biologique*, p. 806).

Terre forte peu favorable à la nitrification.

Durée 8 mois.	Ammoniaque.	Acide nitrique.
	mgr	mgr
Dans 100gr de terre	2,3	1,0
» » fumée avec de la corne	10,3	3,6
» » fumée avec du sang desséché	33,8	3,6

» *Dans les terres dont la compacité entrave la nitrification, l'azote des matières organiques se transforme presque uniquement en ammoniaque.*

Terre arable, stérilisée à une température de 90°, qui tue le ferment nitrique et laisse subsister la plupart des autres organismes.

Durée $4\frac{1}{2}$ mois.	Ammoniaque.	Acide nitrique.
	mgr	mgr
Dans 100gr de terre	0,8	2,6
» » fumée avec de la corne	27,2	2,4
» » fumée avec du sang desséché	29,2	2,0

» *Dans une terre nitrifiable, mais dans laquelle le ferment nitrique a été tué, l'azote des matières organiques se transforme uniquement en ammoniaque.* Ce fait avait déjà été observé par M. Schlœsing et moi [1].

Terres arables naturelles.

	Terre très légère ; durée, 11 jours.		Terre de jardin ; durée, 65 jours.	
	Ammoniaque p. 100.	Acide nitrique p. 100.	Ammoniaque p. 100.	Acide nitrique p. 100.
	mgr	mgr	mgr	mgr
Dans 100gr de terre	0,1	7,0	0,9	24,4
» » fumée avec de la corne	0,9	312,6	25,2	135,6
» » fumée avec du sang desséché	1,1	281,1	23,9	99,3

» *Dans la terre arable les engrais organiques, même lorsque la fermentation nitrique est très énergique, donnent naissance à de l'ammoniaque.*

» Quel est l'agent de la formation de l'ammoniaque dans le sol ? Ce sont des organismes inférieurs. La terre végétale nourrit une grande multiplicité d'êtres microscopiques, dont l'étude reste à faire. Pour mettre hors de doute la légitimité de l'attribution, à des êtres vivants, de la pro-

(1) *Comptes rendus*, t. LXXXV, p. 1019.

duction de l'ammoniaque, j'ai stérilisé des terres en les chauffant à 120° ; la production de l'ammoniaque est alors généralement arrêtée ; mais elle reparaît par l'addition d'une parcelle de terre non stérilisée, c'est-à-dire par un ensemencement ([1]).

» Ce qui précède montre qu'un ferment ammoniacal existe dans le sol à côté du ferment nitrique ; qu'il accomplit une fonction préparatoire, utile, sinon indispensable, dont l'effet est de hâter la transformation de l'azote des engrais organiques en nitrates. Lorsque le ferment nitrique est présent, comme c'est le cas des terres arables proprement dites, il oxyde, à mesure qu'elle se forme, l'ammoniaque, dont une accumulation se produit seulement dans les sols où la nitrification est entravée. »

ZOOLOGIE. — *Sur l'anatomie des éponges cornées du genre* Hircinia *et sur un genre nouveau.* Note de M. **H. Fol**, présentée par M. Milne-Edwards.

« Le genre *Hircinia* a été créé par Nardo, en 1833, pour des éponges cornées possédant deux systèmes de fibres : les unes sont grosses et analogues à celles de l'éponge de toilette, les autres sont très fines et nombreuses, semblables aux fibrilles élastiques du tissu conjonctif des Vertébrés. Lieberkühn, O. Schmidt et F.-E. Schulze élucidèrent la structure de ces fibrilles et démontrèrent qu'elles ne s'anastomosent pas et se terminent de part et d'autre par des renflements arrondis.

» Mais ces deux derniers auteurs, ainsi que Kölliker et Hyatt, considérèrent ces fibrilles comme appartenant probablement à un parasite ou à un commensal de ces éponges. C'est pourquoi la famille des Filifères est actuellement abandonnée, à tel point que Vosmaer ne reconnaît, dans sa monographie des Spongiaires, aucun genre de cette famille et la supprime.

» Mes coupes, faites dans des *Hircinia variabilis* et *Hircinia* nov. sp. des environs de Nice, m'ont permis de trancher cette question controversée de l'origine et de la nature des fibrilles, et cela dans un sens opposé à celui des auteurs récents.

» Et, tout d'abord, si l'on pratique des coupes en série plutôt épaisses

---

([1]) Il semble cependant que l'on puisse observer une production d'ammoniaque par une action purement chimique ; tel est le cas observé par M. Schlœsing et moi (*Comptes rendus*, t. LXXXV, p. 1019). M. Hébert constate le même fait (*Ann. agronom.*).

à travers un exemplaire macéré quelques heures seulement, de façon à éloigner les épithéliums, tout en respectant le tissu conjonctif, on verra, de la manière la plus évidente, que les fibrilles ne sont pas disposées au hasard, comme ce serait le cas d'un parasite, mais forment un système de cloisons incomplètes qui alternent avec les fibres du squelette et ne rencontrent ces dernières que très rarement.

» Si l'on choisit, pour la mettre en coupes, une extrémité en voie de croissance rapide, on verra à la place des fibrilles, de grosses traînées de cellules fusiformes appartenant avec évidence au tissu conjonctif de l'éponge. Plus bas, ces traînées s'élargissent et l'on y voit apparaître des fibrilles naissantes, sur lesquelles les cellules fusiformes sont disposées en chapelet. Plus loin encore, les cellules sont atrophiées et il ne reste que leur produit, la fibrille.

» C'est donc à tort que les auteurs cités ont admis, sans aucune preuve du reste, que les fibrilles sont l'œuvre d'un parasite inconnu; elles forment au contraire partie intégrante de l'éponge. La famille des Filifères doit être réhabilitée comme la coupe la plus sûre et la mieux caractérisée de toutes celles qu'on a faites dans l'ordre des éponges cornées.

» On rencontre en abondance, dans les environs de Nice, une éponge noirâtre et volumineuse dont je n'ai trouvé nulle part la description. Cette éponge est fortement attachée aux rochers exposés à la pleine mer, à des profondeurs de 10^{m} à 30^{m}. On ne peut la recueillir qu'en faisant usage du scaphandre. Sa taille atteint celle d'une tête d'homme.

» Sa nuance est celle de la teinte neutre des aquarellistes; elle est luisante, munie de nombreux conules plus espacés que chez *Hircinia*, mais moins que chez *Spongelia*, et d'un très petit nombre de grands oscules. Laissée en repos dans un aquarium, elle ouvre, au bout de quelques heures, des oscules plus nombreux, très petits et situés entre les précédents.

» Cette éponge est friable à cause du grand écartement des fibres de son squelette, mais son tissu est très dense et rappelle, sur une tranche, l'aspect du riz de veau. Il consiste surtout en un tissu conjonctif compact et presque incorruptible dans lequel sont logés des canaux et des corbeilles vibratiles disposés comme chez les *Euspongia*.

» On a beaucoup de peine à éliminer ce tissu par la macération, et il reste alors un squelette à fibres très grosses, fort écartées mais anastomosées et affectant une disposition régulière. Ces fibres sont creuses, composées de plusieurs gaines concentriques, et renferment, dans leur axe

seulement, de nombreux et volumineux corps étrangers, grains de sable, pièces du squelette d'autres animaux, etc.

» Cette éponge tient donc le milieu entre les *Spongelia* et les *Aplysina* par son squelette; son tissu beaucoup plus résistant aux agents chimiques que celui des *Aplysina* fait penser aux Chondrosies, tandis que son système aquifère la rapproche des *Hircinia* et des *Euspongia*. Elle occupe une position intermédiaire entre les types connus.

» Je donne le nom de *Sarcomus* (¹) à ce genre nouveau qui me paraît appelé à devenir le type d'une famille nouvelle. L'espèce des environs de Nice s'appellera *Sarcomus Georgi* (²). »

ZOOLOGIE. — *Sur le cercle circulatoire de la carapace chez les Crustacés décapodes*. Note de M. **E.-L. Bouvier**, présentée par M. Milne-Edwards.

« On sait que le cercle circulatoire des Crustacés décapodes, tel qu'il se trouve décrit dans les Ouvrages classiques, d'après les travaux de Lund, de Krohn et surtout de H. Milne-Edwards, se compose : 1° d'un système artériel qui part directement du cœur et verse le sang dans les lacunes de la cavité du corps; 2° d'un système branchial dans lequel le sang des lacunes, après s'être artérialisé, circule dans la direction du cœur et vient se jeter dans la chambre péricardique qui enveloppe ce dernier.

» Huxley reproduit ces idées dans un travail sur l'Écrevisse, et il ajoute que le sinus péricardique est en partie occupé « peut-être, *bien que cela » soit douteux*, par un peu de sang qui n'a pas traversé ces organes (³) ». Dans un travail récent, Claus est beaucoup plus affirmatif; il dit que la membrane de la carapace renferme toujours du sang veineux issu soit des lacunes du corps, soit des extrémités artérielles des rameaux tégumentaires des artères latérales antérieures (artères antennaires) et il observe justement que ce sang « ne se rend certainement pas dans le sinus branchial pour traverser les branchies, mais qu'il se rend directement des

(¹) De σαρκωμα, excroissance de chair.

(²) Du nom de Georges Guessler, un plongeur très habile que j'ai à mon service et qui m'a rapporté le premier exemplaire de cette Éponge. Je l'ai souvent récoltée moi-même depuis lors.

(³) Huxley, *L'Écrevisse*, introduction à l'*Étude de la Zoologie*, p. 56; 1880.

» parois du corps dans le sinus péricardique (1) ». Le savant carcinologiste paraît se servir de ce fait pour combattre l'opinion de Milne-Edwards, qui considérait le cœur des Crustacés décapodes comme un cœur artériel au même titre que celui des Mollusques; d'ailleurs, il se borne à formuler, sans autres détails, la règle relevée plus haut, se contentant de signaler, d'une manière très précise, la circulation dans la carapace chez les larves phyllosomes de la Langouste.

» Or, si l'on considère que les larves de Crustacés décapodes, avant l'apparition des branchies, n'ont pas d'autre appareil respiratoire que la membrane de la carapace et doivent respirer, par conséquent, de la même manière que les Mysis (2), on est porté à croire qu'on ne peut conclure, sans faits démonstratifs à l'appui, de la larve à l'adulte et l'on se demande si, en réalité, le cœur des Crustacés ne serait pas complètement artériel, ainsi que le considérait Milne-Edwards.

» De nombreuses expériences et des injections multipliées sur des Écrevisses (*Astacus fluviatilis*), des Pagures (*Eupagurus Bernhardus, E. Prideauxii*), des Dromies (*Dromia vulgaris*), des Crabes aquatiques (*Platycarcinus pagurus, Carcinus mœnas*) et des Crabes terrestres du genre *Cardisoma*, m'ont permis d'étudier dans tous ses détails la circulation dans les parois membraneuses qui tapissent la carapace au niveau des régions branchiales et d'établir par des faits précis, et sur des adultes, la règle énoncée par Claus.

» Le système afférent de la membrane qui tapisse la carapace au niveau des régions branchiales a son origine dans la vaste lacune post-céphalique qui enveloppe le foie et l'estomac tout entier; une quantité de sang, très variable suivant les types, arrive aussi dans cette membrane par les branches ultimes des artères latérales antérieures (artères antennaires) et postérieures. Dans les Crabes terrestres du genre *Cardisoma*, comme dans le *Birgus latro* étudié par Semper, la plus grande partie du sang est puisée dans la région ventrale de cette lacune et forme en avant un gros tronc qui se divise ensuite en plusieurs branches dont les divisions secondaires sont très nombreuses, très petites, et se groupent en réseau; mais dans les Crustacés décapodes plus nettement aquatiques, le gros tronc afférent

(1) Claus, *Zur Kenntniss der Kreislaufsorgane der Schizopoden und Decapoden* (*Arbeiten aus dem zool. Instit. d. Univ. Wien*), t. 5, p. 40; 1884.

(2) Delage, *Circulation et respiration chez les Crustacés schizopodes* (Mysis) (*Arch. zool. exp.*, 2e série, t. I; 1883).

n'existe ordinairement pas, et l'on se trouve en présence d'une infinité de petits canaux lacunaires anastomosés qui se détachent de la lacune en ses points de contact avec la membrane.

» Le système efférent a une constance absolue; il est formé par un tronc parfaitement net qui suit la membrane à une faible distance du bord inférieur libre de la carapace; très étroit en avant, ce tronc reçoit chemin faisant les branches efférentes d'un réseau qui se continue avec le réseau afférent; il augmente considérablement d'importance à mesure qu'on s'avance en arrière et s'ouvre directement dans le péricarde, soit à l'angle postérieur de ce dernier (Écrevisse), soit sur ses côtés (Tourteau, Cardisome). On injecte facilement tout le système efférent, le péricarde et tout le système artériel, en poussant une injection par ce gros tronc efférent.

» En étudiant la disposition des canaux afférents et efférents dans cette région de la membrane, on est bien vite convaincu qu'on se trouve en présence d'un appareil respiratoire cutané analogue à celui des Mysis et que l'exagération de cette disposition permet à certains Crustacés (Crabes terrestres, *Birgus latro*) de vivre très longtemps hors de l'eau. En d'autres termes, le sang qui revient directement au péricarde par le gros tronc efférent de la carapace n'est pas du sang veineux, mais du sang artériel. Il est possible qu'une partie du sang veineux des lacunes revienne directement dans le péricarde, et l'on voit même deux orifices, au fond du sinus péricardique du Tourteau, qui paraissent destinés à cet usage, mais on ne saurait dans tous les cas refuser au système de la carapace un rôle respiratoire efficace.

» En résumé, chez les Schizopodes et chez les larves abranches de Crustacés décapodes, la respiration est purement cutanée et s'effectue principalement dans la membrane qui tapisse les parois latérales de la carapace; chez les Décapodes adultes, cet appareil respiratoire persiste et présente une fixité absolue, au moins dans son gros canal efférent; mais un cercle circulatoire annexe est venu s'ajouter à celui de la larve, et c'est ce dernier cercle, sur lequel s'intercalent les branchies, qui se trouve actuellement seul décrit dans les Ouvrages classiques. Ce cercle branchial est à coup sûr le plus important au point de vue physiologique (sauf peut-être chez les espèces terrestres), mais c'est un appareil ajouté qui n'enlève rien à l'importance phylogénétique du cercle cutané. »

ZOOLOGIE. — *Sur deux espèces nouvelles de Coccidies parasites de l'Épinoche et de la Sardine*. Note de M. **P. Thélohan** (¹), présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« Les Coccidies des Poissons n'ont encore fait l'objet d'aucun travail descriptif, et nos connaissances à leur endroit se bornent à la simple mention de leur existence (²).

» J'en ai rencontré deux espèces, l'une dans le foie de l'Épinoche, l'autre dans le testicule de la Sardine. Toutes deux appartiennent au genre *Coccidium*, tel que l'ont caractérisé les travaux successifs de Leuckart, de Schneider et de Balbiani, c'est-à-dire, qu'arrivées au terme de leur évolution, elles présentent quatre spores renfermant chacune deux corpuscules falciformes.

» 1° *Coccidie de l'Épinoche, Coccidium gasterostei* (nov. sp.). — J'ai trouvé cette espèce au mois d'avril de cette année dans les Épinoches (*Gasterosteus aculeatus*) des marais de la Vilaine, dans le Morbihan.

» Cette Coccidie est de petite taille et ses kystes ne mesurent que 16 μ à 18 μ. Elle habite les cellules hépatiques et accomplit toute son évolution dans la cellule nourricière. J'ai observé plusieurs fois des cellules renfermant deux ou trois kystes. On vérifie aisément ces faits en dissociant avec les aiguilles un fragment de foie malade.

» En pratiquant des coupes de cet organe après fixation, durcissement et inclusion dans la paraffine, j'ai pu retrouver les phases du développement et les étudier beaucoup plus facilement que par dissociation; mais ce dernier procédé m'a seul permis de me rendre compte des rapports exacts du parasite avec la cellule hépatique.

» Je n'ai pas pu observer de phases très jeunes. Arrivé à son développement complet, le *Coccidium gasterostei* mesure, comme je l'ai dit, 16 μ à 18 μ de diamètre. C'est une petite masse sphérique de plasma renfermant un très grand nombre de gros globules assez réfringents, mais sans action sur la lumière polarisée.

» A ce moment, le *Coccidium* s'enkyste, c'est-à-dire que le plasma s'en-

---

(¹) Travail du laboratoire d'Embryogénie comparée du Collège de France.

(²) Eimer, *Ueber die Ei-oder Kugelförmigen Psorosp. der Wirbelthiere*, p. 55; 1870. — Butschli, *Bronn's Thier-Reich's Klass. und Ord.* Bd. I, *Protozoa*, p. 584.

toure d'une membrane mince et transparente, régulièrement sphérique. Puis la masse plasmique se rétracte et laisse un espace vide entre elle et la membrane. Le noyau est au centre du plasma, dont les granulations rendent quelquefois sa présence assez difficile à constater. Il émigre bientôt à la périphérie et se divise. La petite taille de ce noyau en rend l'observation très délicate, aussi n'ai-je pu suivre toutes les phases de sa division : j'ai cependant trouvé des figures d'une netteté suffisante pour me permettre de reconnaître que cette division se fait par karyokinèse.

» Les deux noyaux résultant de cette division se divisent à leur tour, et l'on a finalement quatre noyaux disposés aux extrémités de deux diamètres perpendiculaires de la sphère plasmique.

» Celle-ci se divise alors en quatre petites sphères renfermant chacune un noyau. Cette fragmentation de la masse primitive semble se faire très rapidement et très vraisemblablement d'un seul coup dans la majorité des cas. Il y a parfois un stade deux, que son extrême rareté dans mes préparations me porte à considérer comme devant être très court, si tant est qu'il soit constant.

» Revenons aux quatre petites sphères nucléées : ce sont des sporoblastes. Leur noyau se divise (toujours indirectement) et ces sporoblastes binucléés s'allongent, s'entourent d'une enveloppe et revêtent les caractères des spores typiques des *Coccidium*, c'est-à-dire que chacune de celles-ci renferme deux corps falciformes munis d'un noyau. Pendant la formation de ces sporozoïtes, on observe une masse résiduelle granuleuse qui diminue peu à peu pendant leur accroissement (noyau de reliquat de Schneider).

» La spore mûre est fusiforme et présente 10μ de long sur 4μ à 6μ de large. Chacun des deux sporozoïtes occupe à peu près toute la longueur de la spore, mais ils sont entre-croisés de telle sorte que la grosse extrémité de l'un corresponde à l'extrémité effilée de l'autre.

» Le noyau se trouve vers leur partie médiane. A l'une des extrémités, souvent aux deux, on observe un petit globule analogue, au moins comme position, aux vacuoles signalées par Schneider dans les spores du *Coccidium sphericum* et du *Coccidium proprium* (1).

» Je n'ai pas pu suivre plus loin l'histoire de ce parasite, et la destinée ultérieure des spores m'est inconnue, de même que la manière dont s'in-

(1) *Coccidies nouvelles ou peu connues* (*Tablettes zoologiques*, t. II. Poitiers 1887).

fectent les Épinoches. Probablement, les spores arrivent dans l'intestin par les voies biliaires, pour être, de là, expulsées dans le milieu extérieur; mais je n'en ai jamais observé dans le tube digestif.

» 2° *Coccidie de la Sardine* (*Coccidium Sardinæ*, nov. sp.). — J'ai rencontré cette seconde espèce dans le testicule de Sardines que M. Henneguy avait eu l'occasion de faire venir de Concarneau et qu'il a bien voulu me permettre d'examiner au point de vue parasitaire.

» Je dois, malheureusement, me borner à donner les caractères de l'état de maturité, le seul qu'il m'ait été donné d'observer.

» Les kystes, sphériques, mesurent environ 50μ de diamètre. Sur des coupes du testicule, on les trouve dans les canaux séminifères, mais je n'ai pu constater leur présence dans des cellules. A l'intérieur du kyste, on trouve une masse granuleuse appliquée contre la membrane, et dans laquelle sont implantées quatre spores fusiformes. Celles-ci, rapprochées par leur extrémité fixe, divergent par leur extrémité libre et affectent une disposition rayonnante plus ou moins régulière.

» Chacune de ces spores renferme deux sporozoïtes avec un noyau; ceux-ci n'occupent pas toute la longueur de la spore et leur entre-croisement est très peu marqué.

» Un caractère remarquable du *Coccidium Sardinæ*, et qui lui donne un aspect tout spécial, c'est le peu d'espace qu'occupent dans le kyste la masse granuleuse et les spores.

» A cela se réduisent les faits que j'ai pu constater relativement à ce nouvel ennemi de la Sardine. Ce qui me décide à publier cette observation incomplète, c'est l'intérêt que présente le rapprochement et la comparaison des deux *Coccidium* dont je viens de donner les caractères.

» La disposition des spores, libres dans le *Coccidium gasterostei*, implantées dans une masse résiduelle chez le *C. Sardinæ*, rapproche la seconde espèce des *C. sphericum* et *proprium* (Sch.) et la première du *C. oviforme*.

» Ces deux Coccidies présentent enfin ce caractère intéressant que leur évolution s'accomplit tout entière dans l'organe qu'elles ont envahi et que l'on n'y observe pas ce cycle évolutif en deux temps que l'on remarque sur beaucoup de ces parasites et en particulier sur le *Coccidium oviforme*. »

ZOOLOGIE. — *Modifications nucléaires intéressant le nucléole et pouvant jeter quelque jour sur sa signification.* Note de M. E. **Bataillon**, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« Les phénomènes qui vont faire l'objet de cette Communication sont caractéristiques des premières phases de l'histolyse chez les Amphibiens. Ils se présentent souvent sous la forme que nous allons décrire, avec une netteté particulière dans la peau. Les éléments cutanés de la queue, amoncelés à ces stades jusqu'à présenter en certains points dix assises superposées, offrent un excellent sujet d'études; mais les mêmes faits s'observent sous des formes identiques ou analogues dans tous les tissus (1). Ainsi la description que nous allons donner s'appliquerait également bien, sauf pour le nombre des couches, à certains points de la peau de la tête.

» Une coupe transversale de la queue d'un têtard de grenouille, quel-jours après la sortie des pattes antérieures, présente, à l'angle des masses musculaires et du lophioderme, au lieu des deux assises normales, jusqu'à huit ou dix couches irrégulières d'éléments. Le mécanisme de l'amoncellement ne doit pas nous arrêter. Signalons seulement une assez grande abondance de figures karyokinétiques dans les couches moyennes.

» L'assise inférieure présente des éléments allongés dont l'extrémité supérieure, renflée en massue, contient le noyau. Partant du noyau, un boyau coloré d'une façon intense par les réactifs nucléaires, s'engage dans le pédicule de la massue et s'étend plus ou moins loin vers la base; souvent il atteint la vitrée, au niveau de laquelle il s'étale légèrement. Dans ce corps particulier, en rapport avec le nucléole, les plus forts grossissements dont nous disposions ($\frac{1}{12}$ à imm. de Zeiss. ocul. 5) ne nous ont pas permis de distinguer de microsomes. Appelons-le provisoirement *boyau chromatique* pour la facilité de l'exposition et sans préjuger de sa nature.

(1) L'étude physiologique nous avait déjà montré que la métamorphose est liée à des modifications *générales* dans les fonctions de nutrition (*Comptes rendus*, 21 et 28 octobre 1889).

La généralité des phénomènes histolytiques s'explique par la généralité des causes physiologiques.

» Dans les éléments des couches moyennes, le boyau chromatique existe encore soit accolé au noyau, soit libre dans la cavité cellulaire à côté du noyau intact, enveloppé de sa membrane; son allure, ses caractères optiques et ses réactions sont tels qu'il est difficile de ne pas lui reconnaître une nature nucléaire. Dans les cas où ses rapports avec le noyau sont bien nets, on le voit partir d'un gros nucléole contenu dans le noyau, et lorsqu'il est complètement libre, il n'est pas rare de voir à son extrémité un renflement présentant la teinte et la réfringence particulière du nucléole. Son développemeut est variable, et nous signalerons quelques stades qui peuvent offrir de l'intérêt :

» 1° Le nucléole reporté à la périphérie du noyau semble pousser au dehors un prolongement mesurant à peine en longueur le double de son propre diamètre;

» 2° Le noyau est surmonté d'une sorte de virgule qui l'entoure à moitié et part encore d'un nucléole interne;

» 3° Enfin, les formes libres les plus diverses, par exemple un boyau complètement séparé, pelotonné sur le noyau et terminé par un renflement.

» Tous les phénomènes qui viennent d'être décrits s'appliquent à des cellules dont le noyau, nettement à l'état statique, présente souvent un, quelquefois deux, et même trois nucléoles au milieu d'un contenu à fines granulations chromatiques enveloppé de sa membrane.

» Dans tous ces cas, le boyau paraît nettement individualisé ; car, même là où il affecte des rapports étroits avec le noyau, il présente des limites bien définies et qui tranchent avec la structure de ce dernier.

» Nous retrouvons le même boyau quand le noyau est à l'état cinématique, sous la forme d'un ou plusieurs fragments libres rejetés à la périphérie. Ces fragments sont visibles à tous les stades : boyau nucléinien en apparence continu, fragmentation, plaque équatoriale, noyaux filles. Un cas très curieux est celui d'un boyau appuyé par ses deux extrémités sur deux noyaux filles et longeant la figure achromatique comme une douve placée sur le côté d'un tonnelet.

» Ce *boyau chromatique* est-il l'homologue du *filament chromatique normal?* Question difficile à résoudre, étant donné surtout le peu que l'on sait sur la structure du noyau statique; en tout cas, nous ne voyons pas pourquoi un boyau chromatique se produirait accidentellement par un processus de condensation différent de celui qui donne le filament de la cinèse. De la description qui précède, dégageons deux points :

» 1° La chromatine présente ici des condensations partielles et successives;

» 2° La condensation commence au nucléole.

» Un cytologiste belge, A. Meunier, a montré récemment ([1]) que, dans les Spirogyres, seul le nucléole contient la chromatine et fournit les éléments de la plaque équatoriale. Nous avons pu nous assurer du premier point, le seul qui nous intéresse. Le nucléole se présente chez les Spirogyres comme l'élément vital essentiel de la cellule. La même vitalité se manifeste dans nos nucléoles par divers phénomènes (accroissement, changements de forme, transport à la périphérie).

» Si, dans les cas observés par nous, le nucléole ne contient pas la chromatine, il affecte avec elle des rapports étroits attestés par plusieurs faits :

» 1° Il est en rapport avec le boyau chromatique dans les cas décrits plus haut.

» 2° Souvent il se gonfle sur place en absorbant la nucléine, qui disparaît devant lui, tout en restant reconnaissable pendant quelque temps à son intérieur. Il prend de la sorte des dimensions énormes et un aspect bosselé dont nous avons trouvé de nombreux exemples, non seulement chez nos larves, mais chez des larves d'insectes aux mêmes stades de dégénérescence.

» En résumé, suivant nous, le filament chromatique normal ou notre boyau chromatique pourrait se développer aux dépens du plasma nucléolaire absorbant les grains de chromatine (cas que nous admettrions pour beaucoup de noyaux réellement statiques comme les nôtres), le filament nucléinien pourrait se produire également par une condensation de la trame hyalo-plasmique dont le nucléole serait en quelque sorte le centre (comme dans les noyaux à filament plus ou moins réticulé, tels qu'on les considère généralement comme point de départ des phénomènes de la division).

» Dans l'un comme dans l'autre cas, le nucléole se présente comme un organicule de la plus haute importance en Biologie cellulaire.

» Dans la publication d'un prochain Mémoire, nous espérons pouvoir développer et figurer les curieux phénomènes de cinèse qui attestent sa vitalité ([2]). »

([1]) A. Meunier, *Le nucléole du Spirogyra* (*La cellule*, t. III).

([2]) Travail du laboratoire de Zoologie de la Faculté des Sciences de Lyon.

ZOOLOGIE. — *Sur un insecte hyménoptère nuisible à la vigne.* Note de M. E. **Olivier**, présentée par M. Blanchard.

« Je viens signaler à l'Académie un insecte de la famille des Tenthrédines, l'*Emphytus tener* Fallen (*Patellatus* Klug), dont les mœurs n'étaient encore pas connues et que j'ai observé tout dernièrement dans les vignobles des environs de Moulins (Allier).

» L'*Emphytus tener* apparaît dans les vignes au mois d'avril, au moment de la taille. La femelle pond au sommet de la branche recepée, dans la moelle que la taille a mise à découvert, et la larve, aussitôt après son éclosion, descend verticalement dans l'intérieur du sarment en suivant le canal médullaire, qu'elle vide complètement. On conçoit que tous les bourgeons qui se trouvent sur la portion de la branche ainsi perforée se dessèchent, et la mort du ceps s'ensuit.

» Cette larve, d'une longueur de 13^{mm} à 14^{mm}, est cylindrique, d'un vert tendre en dessus, avec une ligne longitudinale légèrement jaunâtre sur le milieu du dos; le dessous est d'un blanc verdâtre; la tête, arrondie, est ponctuée, jaunâtre, avec une tache triangulaire brune sur le vertex; les yeux sont noirs, les mandibules brunes à l'extrémité; les pattes, très petites, à crochet terminal brun; les pattes abdominales consistant en un petit mamelon obtus, blanchâtre; de chaque côté, une ligne latérale de taches vertes sur chacun des segments de l'abdomen.

» Au mois d'avril, la larve est parvenue à son entier développement; elle se transforme alors en nymphe dans une cavité arrondie qu'elle a préalablement préparée dans la moelle, et elle sort, à l'état parfait, quelques jours après.

» Je n'ai pu m'assurer du moment précis de la ponte, mais il est probable qu'elle doit avoir lieu peu après l'apparition de l'insecte, qui resterait ainsi près d'un an à l'état d'œuf et de larve dans l'intérieur du sarment.

» Les nouvelles plantations et les boutures ont surtout à souffrir des attaques de l'*Emphytus*, parce que, le conduit médullaire n'étant pas oblitéré dans les jeunes plants comme dans les vieux ceps, la larve peut se frayer aisément un chemin jusqu'à la racine même, et toute végétation devient impossible sur ce sarment complètement évidé et réduit à l'état de tuyau de pipe.

» Une foule d'Hyménoptères fouisseurs et mellifères (*Cemonus*, *Psen*,

Odynerus, *Osmia*, etc.) arrivent alors et utilisent, pour nicher, cette demeure toute préparée qu'il ne leur reste plus qu'à aménager à leur convenance. Comme ils circulent beaucoup, on s'aperçoit vite de leur présence, et un observateur superficiel pourrait les prendre pour les auteurs du dégât, tandis qu'ils ne font que se servir de la branche perforée par l'*Emphytus*.

» Si ce dernier continue à multiplier, il causera certainement un tort sérieux et sera un nouveau sujet de découragement pour les viticulteurs qui, dans notre région, ont entrepris avec ardeur, depuis quelques années, la reconstitution de nouveaux vignobles.

» Le propriétaire des environs de Moulins, dans les vignes duquel j'ai observé cet Hyménoptère et qui a eu beaucoup à souffrir de ses atteintes, a goudronné, aussitôt après la taille, le sommet des sarments. Il espère ainsi apporter un obstacle à la propagation de l'insecte, qui ne pourra plus atteindre la moelle pour y déposer ses œufs. L'avenir dira si ce remède peut être considéré comme suffisamment efficace. »

ZOOLOGIE. — *Sur le point de départ de l'unité et de la diversité dans quelques systèmes dentaires des Mammifères*. Note de M. **Heudes**, présentée par M. de Quatrefages.

« Ayant entrepris de mettre en œuvre les matériaux nombreux et variés qui sont réunis dans nos collections zoologiques de Zikaveï (Chine), j'ai été réduit à un grand embarras par la multitude de variations que m'offraient les dents des Mammifères. La terminologie reçue et les procédés ordinaires de description m'ont paru insuffisants, en présence de l'abondance de nos documents dont certains sont encore peu connus en Europe ([1]). J'ai donc repris, sans idée préconçue, l'étude de la structure morphologique des dents fonctionnelles, et je suis parvenu aux résultats suivants :

» I. D'abord, j'ai constaté sur les Ruminants que la structure fondamentale des prémolaires est basée sur le nombre *trois*, en prenant pour unité la colline transverse. Ensuite, j'ai essayé d'appliquer cette notion

---

([1]) Cf. *Étude sur les Cervidés, spécialement sur ceux des Philippines comparés à ceux de la Mantchourie* (*Mémoires concernant l'histoire naturelle de l'Empire chinois*, t. II).

aux Suilliens modernes, et elle m'a fourni d'excellents résultats. Enfin une étude plus générale m'a conduit à la conclusion suivante :

» La molaire de lait, molaire à trois collines, est la dent fondamentale de tous les systèmes dentaires propres aux Ongulés paridigités. Elle est la source d'où dérivent, par diverses voies propres aux divers types, toutes les prémolaires, canines et incisives. Elle forme les deux premières molaires inférieures par la réduction de sa colline postérieure, et elle reparaît à l'arrière-molaire. Les molaires supérieures sont toujours réduites d'une colline, et sont rigoureusement homologues d'une molaire inférieure après avoir subi l'accommodation convenable. Les prémolaires d'en haut, et autres dents antérieures, se spécialisent selon le plan adaptatif des molaires supérieures. Les dents provisoires sont prophétiques des dents de remplacement, et sont ordinairement moins réduites.

» J'ajoute cette observation importante que le mode et le degré de réduction propres à chaque type peuvent se vérifier sur la grosse-arrière-molaire provisoire. Aussi j'appelle cette dent la *primordiale*, parce qu'elle contient éminemment toutes les autres.

» Cette série de propositions peut se démontrer pour tous les Ongulés paridigités. J'appelle leur système dentaire : *trizygodonte*, ou système dont trois collines transverses forment la base. Ce nom est exactement aussi compréhensif que celui de paridigité. Un Ongulé paridigité a toujours les prémolaires inférieures trijuguées et, réciproquement, une prémolaire d'origine trijuguée appartient toujours à un paridigité.

» II. Cette loi acquiert de l'importance par le fait que l'on constate pour le groupe des Ongulés imparidigités une relation semblable. Leur dent primordiale est à deux collines, et tout leur système dentaire s'en déduit suivant les lois de dérivation que j'ai formulées plus haut. J'appelle donc leur système dentaire *dizygodonte*, et, ici encore, je donne à ce mot la même étendue qu'au mot *imparidigité*.

» III. Ce qui précède peut se résumer sous la forme suivante :

» Il existe une distinction fondamentale des Ongulés en deux groupes, basée sur la formule de la structure dentaire; il se trouve que les paridigités sont tous *trizygodontes*, et que les imparidigités sont tous *dizygodontes*.

» Les paléontologistes saisiront l'importance de cette loi. A une époque où les auteurs s'accordaient en général pour ranger le *Chalicotherium* parmi les Anaplothéridés, je prévoyais déjà, sachant l'animal dizygodonte, que, finalement, il prendrait place parmi les imparidigités. Les travaux récents ont justifié mes prévisions. De même, je n'ai jamais pu avoir de doutes au sujet de l'*Entelodon*. Il est trizygodonte, donc il devait être paridigité.

» IV. J'ai signalé ci-dessus l'importance de la dent que j'ai appelée *primordiale* dans les deux groupes des Ongulés. Cette importance est encore plus générale. Poussant mes observations aussi loin que mes moyens me l'ont permis, je crois pouvoir affirmer que « la *primordiale*, ou arrière-molaire provisoire, joue le même rôle dominateur chez tous les Carnassiers, » tous les Quadrumanes, y compris les Lémuriens. Ces grands groupes » sont tous imparidigités et *dizygodontes*. » Il suit de là une loi imcomplète, mais pourtant assez étendue d'unification des systèmes dentaires : tous relèvent de leur primordiale, et toutes leurs modifications peuvent lui être rapportées.

» Je n'ai pas pu ramener à ces lois les Proboscidiens, Éléphants et Mastodontes. Je n'ai pas, non plus, pu y soumettre les Marsupiaux pris en général; ce qui agrandit encore le fossé qui les sépare des placentaires. Mais il me semble que les faits sont assez nombreux, pour que l'on tienne grand compte de la dent primordiale, tant pour reconnaître les analogies vraiment naturelles, que pour se défier de similitudes purement extérieures, comme il en serait, par exemple, entre la molaire *réduite* d'un trizygodonte et la molaire *intacte* d'un dizygodonte. »

BOTANIQUE. — *Recherches sur le développement des téguments séminaux des Angiospermes.* Note de M. **Marcel Brandza** [1], présentée par M. Duchartre.

« Il est admis généralement que, pendant la transformation de l'ovule en graine, le nucelle et le tégument interne de l'ovule sont digérés par l'embryon en voie de développement, de telle sorte que les enveloppes de la graine seraient formées uniquement par la partie externe du tégument externe de l'ovule.

» Les Euphorbiacées ont été considérées jusqu'ici comme les seules plantes dont les deux téguments de l'ovule deviennent les deux téguments de la graine ; pour expliquer cette exception, on donnait comme cause de la persistance du tégument interne la présence d'un faisceau vasculaire dans le tégument des plantes de cette famille.

» Le développement des téguments séminaux n'ayant jamais été suivi

---

(1) Ce travail a été fait dans le laboratoire de Botanique de la Sorbonne, sous la bienveillante direction de M. le Professeur Gaston Bonnier.

d'une manière générale, je me suis proposé d'observer les modifications qui surviennent dans ces téguments et dans le nucelle, pendant la maturation de l'ovule. Je résume dans cette Note les conclusions auxquelles je suis arrivé.

» Plusieurs cas peuvent se présenter. Parlons d'abord des plantes dont l'ovule possède deux téguments :

» 1° Dans beaucoup de Dialypétales à ovaire libre (Résédacées, Capparidées, Violariées, Cistinées, Malvacées, Tiliacées, Sterculiacées, Passiflorées, Hypéricinées), les deux téguments de l'ovule subsistent dans la graine. J'ai toujours trouvé chez ces plantes que les téguments de la graine ont une constitution tout à fait différente de celle qu'on admettait jusqu'à présent. En effet, il n'y a résorption ni du tégument interne de l'ovule ni d'une partie de l'externe, et ce n'est pas ce dernier tégument qui fournit toute l'enveloppe de la graine. Le tégument externe de l'ovule est réduit, dans la graine, à deux ou trois assises de cellules, en général aplaties, et c'est le tégument interne qui constitue la partie la plus importante de l'enveloppe séminale. C'est l'assise la plus extérieure du tégument interne qui, dans toutes ces familles, formera la couche lignifiée ou protectrice, c'est-à-dire ce qu'on a appelé le *testa* de la graine. Le faisceau vasculaire est toujours situé dans le tégument externe *en dehors* des parties lignifiées.

» 2° Dans d'autres familles appartenant à différents groupes d'Angiospermes [Berbéridées, Papavéracées, Fumariacées, Ampélidées, Aristolochiées, Portulacées, Cucurbitacées, Rosacées, Rutacées ([1]), Crucifères, Broméliacées, certaines Aroïdées, Iridées, certaines Liliacées, Joncées, Commélinées, Scitaminées], le tégument interne subsiste sans former la couche protectrice; mais alors il se différencie en une ou plusieurs couches distinctes, situées en dedans du faisceau vasculaire.

» 3° Lorsqu'il y a dans le tégument adulte deux couches lignifiées superposées (Géraniées, Œnothérées, Lythrariées), celle située en dehors provient seule du tégument externe; celle située en dedans provient de l'assise la plus extérieure du tégument interne. De plus, chez les Œnothérées et les Lythrariées, le nucelle, du moins par ses assises les plus externes,

---

([1]) Pour les *Rosacées* et les *Rutacées*, M. Henri Jumelle a déjà montré, en étudiant l'anatomie de la chalaze de ces graines, que les deux téguments de l'ovule sont représentés dans la graine adulte (*Bulletin de la Société botanique de France,* t. XXXV 1888).

contribue à la formation des couches les plus internes du tégument de la graine.

» 4° Enfin, c'est seulement dans quelques familles (Renonculacées, Papilionacées, certaines Liliacées, Amaryllidées) que le nucelle et le tégument interne de l'ovule ne se retrouvent plus dans la graine adulte. Le tégument externe n'est alors représenté que par sa partie extérieure.

» Passons maintenant aux plantes dont l'ovule est à un seul tégument.

» 1° Chez la plupart des Gamopétales et des Apétales, les enveloppes de la graine sont formées par le tégument de l'ovule sans que le nucelle y contribue.

» 2° Dans quelques familles (Balsaminées, Polémoniacées, Plantaginées), le tégument de la graine provient des assises les plus extérieures et de l'épiderme interne de l'unique tégument de l'ovule. Les assises parenchymateuses moyennes disparaissent.

» 3° Dans les Linées, les téguments de la graine proviennent à la fois de l'unique tégument ovulaire, ainsi que des assises les plus externes et de l'assise la plus intérieure du nucelle, les assises moyennes de ce dernier étant résorbées. Dans ce cas, c'est l'épiderme externe du nucelle qui forme la couche lignifiée.

» En résumé, les recherches que j'ai entreprises, non pas en examinant seulement la structure de la graine adulte, mais en suivant le développement depuis l'ovule jusqu'à la graine mûre, permettent de formuler les conclusions suivantes :

» 1° *Chez les plantes dont l'ovule a deux téguments, la constitution des enveloppes de la graine et leur origine ne sont pas telles qu'on les a décrites généralement. Dans la plupart des cas, le tégument interne n'est pas digéré. Il persiste et peut souvent constituer la partie lignifiée de l'enveloppe séminale. Parfois, le nucelle lui-même contribue à la formation des enveloppes de la graine mûre. C'est seulement dans quelques familles que l'enveloppe de la graine est formée par la partie extérieure du tégument externe de l'ovule.*

» 2° *Chez les plantes dont l'ovule n'a qu'un tégument, les enveloppes de la graine proviennent soit de cet unique tégument, soit à la fois de ce tégument et du nucelle. Quelquefois, la partie lignifiée de la graine peut même tirer son origine de l'épiderme du nucelle.* »

GÉOLOGIE. — *Sur la nature des phosphates du massif du Dekma (département de Constantine).* Note de M. **Bleicher**, présentée par M. Daubrée.

« Le massif du Dekma qui s'élève à portée de la gare de Tarja, sur les confins de la province de Constantine et de la Tunisie, est connu des géologues par sa richesse en quartz bipyramidé, que M. Pomel a signalé au monde savant (1).

» La présence de roches phosphatées y a été constatée également par M. Wetterlé, de Souk-Arras, qui a envoyé il y a quelques années à M. Thomas, auteur de la découverte des phosphates en Tunisie, un certain nombre d'échantillons de roches de ce massif.

» Ces échantillons, que nous avons soumis à une minutieuse analyse, sont intéressants au point de vue de la nature du phosphate de calcium qui s'y trouve contenu. Ils sont tous d'origine sédimentaire; l'un d'eux, calcaire jaunâtre à grains verts, contient des Nummulites en abondance et nous fixe sur l'âge des autres qui ne renferment aucun fossile caractéristique (2).

» La série étudiée par nous se compose, en outre, des roches suivantes :

» Calcaire grenu, cristallin, blanc jaunâtre, sans grains verts, avec nodules phosphatés abondants; calcaire gréseux, jaunâtre, avec nodules phosphatés et rares grains verts; calcaire vacuolaire avec géodes de calcite, nodules phosphatés, rares grains verts; roche silico-ferrugineuse, brune verdâtre, avec nombreuses dents de poissons, os désintégrés plus ou moins complètement, grains verts en abondance; deux échantillons d'une roche brune noirâtre, sableuse, presque feuilletée; un d'eux, sans nodules phosphatés apparents, provient de Tarja; le second, rempli de nodules phosphatés apparents, de débris d'os plus ou moins minéralisés, du Dekma; tous deux à grains verts peu apparents.

» Il existe aussi, à l'intérieur de coques calcaires, des nodules phosphatés verdâtres, feuilletés, de 1^{mm} à 3^{mm}-4^{mm} de grand axe, avec des cristaux de quartz bipyramidés de taille variable, mais ne dépassant pas 5^{mm} à 7^{mm} de longueur, et avec des masses noduleuses de calcédoine mame-

(1) *Comptes rendus*, t. CVIII, 2 juillet 1888.

(2) Nous conservons dans cette nomenclature les notations de la collection de M. Thomas.

lonnée, portant des cristaux de quartz microscopiques. Ces alvéoles sont souvent enduites de limonite. Pas de grains verts.

» Dans toutes ces roches, d'âge évidemment éocène, le phosphate de calcium existe à plusieurs états :

» 1° Sous la forme de dents de poissons bien reconnaissables, présentant, les unes, l'apparence de boutons de 2^{mm} à 3^{mm} de diamètre sur 1^{mm} de hauteur maximum, à surface plane zonée, surface convexe brillante, polie, bleuâtre; les autres, la forme aplatie, pointue et tranchante sur les bords. On peut reconnaître dans la première forme des dents palatines de poissons, car on en trouve d'adhérentes à des fragments d'os plats; dans la seconde forme, peut-être des dents de petits Sélaciens.

» 2° A l'état de fragments d'os, dont la structure organique a été assez bien conservée. Ces débris osseux ont une cassure esquilleuse, une couleur brune, devenant grisâtre par exposition à l'air. Des lames minces obtenues par simple écrasement, traitées par le xylol et montées dans le baume du Canada, après traitement par l'acide acétique, ou même sans cette opération préliminaire, y décèlent les canalicules ramifiés des cellules osseuses.

» 3° A l'état de nodules arrondis, enchâssés dans des alvéoles de calcaire. Ces nodules sont généralement de petite taille; quelques-uns, plus grands, ont conservé la forme primitive de l'os; mais tous ont l'apparence minérale, qu'ils aient une structure lamellaire, ce qui est le cas le plus fréquent, ou qu'ils soient à cassure compacte.

» Sur les lames les plus épaisses, on constate la structure lamellaire, un pointillé noir et des caractères qui n'appartiennent nullement au phosphate de calcium d'origine minérale.

» Lorsque le nodule a conservé la forme extérieure d'un os, on y aperçoit, sur la surface extérieure, des apparences nacrées et zonées qui démontrent que, si l'intérieur est complètement minéralisé et compact, l'extérieur a mieux résisté.

» 4° A l'état de fragments microscopiques d'os, formant une sorte de bouillie grumeleuse, associée à des grains verts. Il n'est pas rare alors de trouver dans des préparations de grains verts, obtenues à l'aide des acides faibles, à froid, qui les séparent de la roche encaissante calcaire, des grumeaux transparents pointillés, lamellaires, ou même des lames transparentes présentant des indices positifs de structure osseuse. Dans tous les cas, les grains verts préparés à l'aide des acides faibles donnent, par l'acide nitrique et le molybdate d'ammoniaque, la réaction des phosphates.

» 5° A l'état de diffusion dans les roches et surtout dans le calcaire. Le

phosphate de calcium est si répandu dans les roches du Dekma qu'il est difficile d'en trouver un fragment dans lequel on ne puisse, à l'aide des moyens chimiques et physiques indiqués précédemment, trouver un débris osseux. Dans une portion de la coque de calcaire marneux désigné plus haut, le phosphate a été constaté en grande abondance.

» Il résulte de ce qui précède que le phosphate de calcium du massif du Dekma, et probablement, d'après les essais que nous avons pu faire sur quelques échantillons qui nous ont été confiés par M. Thomas, les phosphates de Tunisie sont d'origine animale. Leur minéralisation est plus ou moins complète, mais il est presque toujours possible de retrouver des fragments osseux reconnaissables dans les roches phosphatées. La vie animale a donc été assez intense au fond des mers éocènes de l'Afrique occidentale pour créer des ossuaires, où se sont conservés ou détruits, suivant les cas, d'immenses amas de débris de squelettes et probablement de coprolithes. »

GÉOLOGIE. — *Sur l'existence de dépôts marins pliocènes en Vendée.* Note de M. **G. Vasseur**, présentée par M. Albert Gaudry.

« Aucun dépôt marin pliocène n'avait encore été signalé dans l'ouest de la France, lorsque je fis connaître, en 1881, l'existence, aux environs de Redon, d'un lambeau d'argile fossilifère, exploitée pour la fabrication des poteries dans la localité de Saint-Jean ([1]).

» Je considérai cette formation caractérisée par les *Nassa mutabilis* et *N. prismatica* comme synchronique des marnes pliocènes du Bosc d'Aubigny dans le Cotentin, et je fis remarquer que l'argile de Redon se lie intimement aux graviers et aux sables ferrugineux qui la recouvrent, et qui semblent présenter dans la Loire-Inférieure une assez grande extension.

» Depuis cette époque, M. Barrois a rapporté au terrain pliocène, en Bretagne, des argiles grises exploitées pour la poterie à Saint-Sterlin sur Blavet ([2]). Ce dépôt dépourvu de fossiles est surmonté par des sables quartzeux jaunâtres qui s'étendent entre les rivières de Blavet et d'Etel. Ce sont là sans doute les vestiges d'un vaste et ancien estuaire, contempo-

---

([1]) *Recherches géologiques sur les terrains tertiaires de la France occidentale*, p. 382.

([2]) Carte géologique au $\frac{1}{80000}$, feuille de Lorient.

rain de celui que présentait alors la vallée de la Vilaine. Des sables et des graviers semblables aux précédents, et paraissant se rapporter à la même formation, existent du reste sur plusieurs points de la Bretagne; mais, comme ils ne renferment aucun fossile, il n'est guère possible d'en déterminer l'âge avec précision.

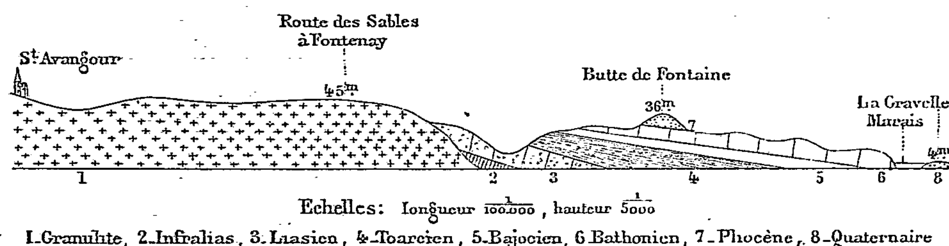
» On peut conclure de ce qui précède, qu'à l'époque pliocène, la côte méridionale de la Bretagne devait différer fort peu de ce qu'elle est aujourd'hui. Cependant, la mer recouvrait quelques parties basses du littoral et pénétrait plus profondément dans l'intérieur des terres par certaines vallées. Il en était de même en Vendée, ainsi que j'ai eu l'occasion de le constater, au cours des explorations que j'ai faites pour le Service de la Carte géologique de France, sur la feuille des Sables d'Olonne.

» La région que j'ai étudiée comprend la bordure méridionale du *Bocage vendéen* et l'extrémité occidentale de la *Plaine de Luçon* et du *Marais poitevin*. Cette partie du Bocage offre les roches de la série primitive (gneiss, micaschistes, etc.) et des schistes précambriens, au milieu desquels apparaît l'îlot de granulite d'Avrillé.

» Le long du massif ancien se montrent les terrains jurassiques constituant une série de plateaux monotones (*la Plaine*) et dont la table supérieure est généralement formée vers 25^m à 30^m par le bathonien.

» C'est au pied de ces plateaux que s'étend le *Marais poitevin*, vaste dépression creusée dans les assises les moins résistantes de la formation jurassique, et en partie comblée aujourd'hui par des alluvions anciennes et récentes.

» Lorsque l'on quitte les hauteurs d'Avrillé ou de Moutiers-les-Maufaits pour se diriger vers la mer, on rencontre bientôt les couches de l'infralias (voir la coupe ci-dessous, 2) et du lias moyen (3) légèrement incli-



Echelles: longueur $\frac{1}{100.000}$, hauteur $\frac{1}{5000}$

1. Granulite, 2. Infralias, 3. Liasien, 4. Toarcien, 5. Bajocien, 6 Bathonien, 7. Pliocène, 8. Quaternaire

nées vers le Sud, et reposant directement sur le granulite (1) ou sur les schistes précambriens.

» Il faut traverser ensuite une petite vallée, pour voir affleurer l'étage toarcien (4). Le bajocien (5), puis le bathonien (6) couronnent enfin le plateau du Bernard et de Longueville.

» La surface de cette *plaine* n'offre, en général, que de faibles ondulations; toutefois, on observe, à 500^m au sud-ouest de Fontaine, une petite butte entièrement formée de sable (7), et dont le sommet atteint 36^m d'altitude. Ce dépôt plus ou moins grossier et ferrugineux se compose d'éléments quartzeux qui semblent provenir du massif granulitique d'Avrillé. Il présente tous les caractères des sédiments rubéfiés et décalcifiés, et ne paraît renfermer, au premier abord, aucun vestige de fossiles.

» J'ai cependant découvert dans cette formation des nodules de limonite de forme ovoïde assez allongée, et contenant chacun l'empreinte d'une Pholade; ce Mollusque est d'ailleurs identique au *Pholas dactylus* qui vit encore sur nos côtes. Ces concrétions résultent donc d'un dépôt d'hydroxyde de fer dans des trous primitivement creusés par des Pholades, au sein d'une roche calcaire aujourd'hui dissoute. Avec les *Pholas*, j'ai trouvé dans ces nodules quelques empreintes de débris coquilliers se rapportant aux genres *Trochus*, *Littorina*, *Pecten*, etc.

» Il suffit maintenant de considérer la situation de ce gisement pour s'assurer que les sables dont il s'agit appartiennent à la formation pliocène. En effet, le plateau jurassique qui porte le tertre de Fontaine est complètement séparé aujourd'hui du massif ancien du Bocage par une vallée d'érosion quaternaire. De plus, on observe dans le Marais (3^m à 4^m d'altitude), au pied même du plateau du Bernard, au lieu dit *la Gravelle*, près de la ville d'Angle, un dépôt coquillier (8) (*Cardium edule* var., *Nassa reticulata* var., *Hydrobia ventrosa*, etc.) qui n'est que le prolongement d'un cordon littoral que l'on peut suivre jusqu'aux célèbres buttes de Saint-Michel en l'Herm. Le cordon quaternaire est donc postérieur au creusement des vallées, plus récent lui-même que les sables de Fontaine.

» Nous sommes amenés par là à considérer cette dernière formation comme appartenant au terrain pliocène. On en retrouve d'ailleurs les vestiges sur différents points des plateaux jurassiques qui constituent la ceinture du Marais poitevin, et l'on en peut conclure que la mer pliocène a dû recouvrir une grande partie de la Plaine de Vendée, à l'époque où elle occupait aussi en Bretagne quelques dépressions du littoral. »

M. **Rudzki** adresse une Note sur l'intégration de l'équation différentielle

$$C\frac{\partial V}{\partial t} = K\frac{\partial^2 V}{\partial x^2} + \frac{\partial K}{\partial x}\frac{\partial V}{\partial x}.$$

M. H. **Mangot** adresse un projet de tarif des droits d'octroi sur les vins à l'entrée à Paris.

M. B. **Barbero** adresse la description d'un procédé qu'il a imaginé pour arrêter les bateaux en marche.

M. **Bouillon** adresse une réclamation de priorité à l'occasion d'un récent Mémoire de M. *Decœur* « Sur un appareil hydraulique pour l'utilisation continue de la force des marées ».

A 4 heures, l'Académie se forme en Comité secret.

COMITÉ SECRET.

La Commission chargée de préparer une liste de candidats pour la place d'Académicien libre, laissée vacante par le décès de M. *Cosson*, présente la liste suivante :

En première ligne	M. **Bischoffsheim**.
En deuxième ligne, ex æquo, *et par ordre alphabétique*	M. **Laussedat**. M. **Lauth**. M. **Rochard**. M. **Rouché**.

Les titres de ces candidats sont discutés.

L'élection aura lieu dans la prochaine séance.

La séance est levée à 5 heures un quart. M. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 2 juin 1890.

(*Suite.*)

Faunes des Vertébrés de la Suisse; par Victor Fatio, vol. V : *Histoire naturelle des Poissons*. Genève et Bâle, H. Georg, 1890; in-4°. (Présenté par M. Blanchard.)

Notes et Mémoires présentés à la Conférence de Mathématiques de l'Université de Stockholm; par G. Mittag-Leffler. Stockholm, Central-Tryckeriet, 1890; in-4°.

Archives italiennes de Biologie, A. Mosso, Tome XIII. Fasc. II. Turin, Hermann Loescher, 1890; in-8°.

Flora italiana; par Filippo Parlatore, vol. VI (1re, 2e, 3e part.); vol. VII (1re part.); vol. VIII (1re, 2e, 3e part.). Firenze, 1884-85-86-87-88-89; in-8°.

Royal irish Academy. Cunningham Memoirs, n° V. *The red stars, observations and catalogue; by* J. Birmingham. Dublin, published by the Academy, 1890; in-4°.

Henry Draper Memorial. Fourth annual Report of the photographic study of stellar spectra. Harvard College observatory, Edward C. Pickering, director. Cambridge, John Wilson and Son, 1890; in-4°.

N° 23.

TABLE DES ARTICLES. (Séance du 9 juin 1890.)

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE

MÉMOIRES LUS.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

CORRESPONDANCE.

N° 23.

SUITE DE LA TABLE DES ARTICLES.

COMITÉ SECRET.

PARIS. — IMPRIMERIE GAUTHIER-VILLARS ET FILS,
Quai des Grands-Augustins, 55.

1890

PREMIER SEMESTRE.

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

TOME CX.

N° 24 (16 Juin 1890).

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS ET FILS, IMPRIMEURS-LIBRAIRES
DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,
Quai des Grands-Augustins, 55.

1890

RÈGLEMENT RELATIF AUX COMPTES RENDUS,

ADOPTÉ DANS LES SÉANCES DES 23 JUIN 1862 ET 24 MAI 1875.

Les *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie* se composent des extraits des travaux de ses Membres et de l'analyse des Mémoires ou Notes présentés par des savants étrangers à l'Académie.

Chaque cahier ou numéro des *Comptes rendus* a 48 pages ou 6 feuilles en moyenne.

26 numéros composent un volume.

Il y a deux volumes par année.

ARTICLE 1er. — *Impression des travaux de l'Académie.*

Les extraits des Mémoires présentés par un Membre ou par un Associé étranger de l'Académie comprennent au plus 6 pages par numéro.

Un Membre de l'Académie ne peut donner aux *Comptes rendus* plus de 50 pages par année.

Les communications verbales ne sont mentionnées dans les *Comptes rendus*, qu'autant qu'une rédaction écrite par leur auteur a été remise, séance tenante, aux Secrétaires.

Les Rapports ordinaires sont soumis à la même limite que les Mémoires; mais ils ne sont pas compris dans les 50 pages accordées à chaque Membre.

Les Rapports et Instructions demandés par le Gouvernement sont imprimés en entier.

Les extraits des Mémoires lus ou communiqués par les correspondants de l'Académie comprennent au plus 4 pages par numéro.

Un Correspondant de l'Académie ne peut donner plus de 32 pages par année.

Dans les *Comptes rendus*, on ne reproduit pas les discussions verbales qui s'élèvent dans le sein de l'Académie; cependant, si les Membres qui y ont pris part désirent qu'il en soit fait mention, ils doivent rédiger, séance tenante, des Notes sommaires, dont ils donnent lecture à l'Académie avant de les remettre au Bureau. L'impression de ces Notes ne préjudicie en rien aux droits qu'ont ces Membres de lire, dans les séances suivantes, des Notes ou Mémoires sur l'objet de leur discussion.

Les Programmes des prix proposés par l'Académie sont imprimés dans les *Comptes rendus*, mais les Rapports relatifs aux prix décernés ne le sont qu'autant que l'Académie l'aura décidé.

Les Notices ou Discours prononcés en séance publique ne font pas partie des *Comptes rendus*.

ARTICLE 2. — *Impression des travaux des Savants étrangers à l'Académie.*

Les Mémoires lus ou présentés par des personnes qui ne sont pas Membres ou Correspondants de l'Académie peuvent être l'objet d'une analyse ou d'un résumé qui ne dépasse pas 3 pages.

Les Membres qui présentent ces Mémoires sont tenus de les réduire au nombre de pages requis. Le Membre qui fait la présentation est toujours nommé; mais les Secrétaires ont le droit de réduire cet Extrait autant qu'ils le jugent convenable, comme ils le font pour les articles ordinaires de la correspondance officielle de l'Académie.

ARTICLE 3.

Le *bon à tirer* de chaque Membre doit être remis à l'imprimerie le mercredi au soir, ou, au plus tard, le jeudi à 10 heures du matin; faute d'être remis à temps, le titre seul du Mémoire est inséré dans le *Compte rendu* actuel, et l'extrait est renvoyé au *Compte rendu* suivant, et mis à la fin du cahier.

ARTICLE 4. — *Planches et tirage à part.*

Les *Comptes rendus* n'ont pas de planches.

Le tirage à part des articles est aux frais des auteurs; il n'y a d'exception que pour les Rapports et les Instructions demandés par le Gouvernement.

ARTICLE 5.

Tous les six mois, la Commission administrative fait un Rapport sur la situation des *Comptes rendus* après l'impression de chaque volume.

Les Secrétaires sont chargés de l'exécution du présent Règlement.

Les Savants étrangers à l'Académie qui désirent faire présenter leurs Mémoires par MM. les Secrétaires perpétuels sont priés de les déposer au Secrétariat au plus tard le Samedi qui précède la séance, avant 5h. Autrement la présentation sera remise à la séance suivante

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 16 JUIN 1890,

PRÉSIDENCE DE M. HERMITE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

GÉODÉSIE. — *Sur le nivellement général de la France.* Note de M. MAURICE LÉVY.

« Par une décision du 5 octobre 1878, M. C. de Freycinet, alors Ministre des Travaux publics, institua une Commission chargée de préparer les bases d'un nivellement général de la France à faire avec toute la précision que comporte l'état actuel de la science géodésique.

» Jusqu'en 1857, nous ne possédions d'autres documents sur le relief du sol que ceux fournis par les beaux travaux de l'État-Major, et l'on peut dire qu'il n'existe pas, en France, une voie de communication dont les premières études, au moins, ne soient appuyées sur ces travaux.

» De 1857 à 1864 fut exécuté, sous la direction du Ministère des Travaux publics, le nivellement Bourdaloue, le premier nivellement géomé-

trique d'ensemble réalisé en Europe. Dans cette opération, on avait admis une erreur de 3^{mm} par kilomètre. Le nivellement qu'on effectue aujourd'hui sera trois fois plus précis : il n'y est toléré qu'une erreur de 1^{mm} par kilomètre.

» L'opération comprendra trois ordres de nivellements :

» 1° Un réseau fondamental formé par des polygones de 100^{km} à 800^{km} de développements et de lignes communiquant d'une part avec les nivellements des pays limitrophes, d'autre part avec des marégraphes ou des médimarémètres échelonnés sur nos côtes de l'Océan et de la Méditerranée.

» Les côtés de ces polygones sont, en général, formés par nos voies ferrées.

» 2° Un réseau plus petit ayant pour côtés nos autres voies de communication et les principaux cours d'eau.

» 3° Dans l'intérieur des mailles de ce réseau, insertion de courbes de niveau.

» La Commission publiera deux sortes de documents, à savoir : d'une part, l'exposé des méthodes de calculs et de corrections qu'elle a employées, ainsi que la description des instruments dont elle s'est servie; d'autre part, un Répertoire graphique des repères nivelés.

» Elle a terminé la moitié environ du réseau fondamental dont la longueur totale sera de près de 12000^{km}, et c'est le Répertoire graphique relatif à cette première série de ses opérations que j'ai l'honneur d'offrir à l'Académie. Il comprend, pour chaque ligne nivelée, c'est-à-dire pour chacun des côtés du polygone constituant la partie nivelée du réseau fondamental :

» 1° Le plan de la ligne et de ses abords ;

» 2° La description très précise des repères qui y ont été placés. Chaque repère est muni d'une indication matriculaire exactement reproduite au Répertoire, de sorte que l'individualité des repères sera à jamais conservée, quelles que soient les vicissitudes par lesquelles pourrait avoir à passer, dans l'avenir, l'emplacement qu'il occupe ;

» 3° Sa cote orthogonale, c'est-à-dire sa distance au *niveau moyen de la mer* prise pour surface de comparaison ;

» 4° Sa cote dite *dynamique*.

» Quelques explications sont nécessaires relativement à ces deux derniers points.

» Bourdaloue a rapporté son nivellement au niveau moyen de la mer à

Marseille, niveau moyen défini, selon lui, par la cote $0^{m},70$ d'une échelle des marées placée dans le vieux port.

» La Commission désire, de même, rapporter ses opérations au niveau moyen de la mer, mais en le définissant d'une façon plus précise à l'aide des appareils enregistreurs (marégraphes de précision et médimarémètres de M. Lallemand) qu'elle a établis.

» Déjà actuellement, ces appareils lui décèlent une erreur de $0^{m},07$, dont se trouverait entaché le zéro adopté par Bourdaloue. Elle tient compte de cette erreur dans le volume qu'elle vient de publier, en annonçant, toutefois, que le chiffre de cette erreur pourra subir encore de petites variations, dont on tiendra compte ultérieurement.

» Ainsi, la Commission, qui a déjà changé le zéro de Bourdaloue, va encore, à chaque édition, changer son propre zéro. J'avoue regretter cette façon de procéder. C'est comme si l'on remesurait, tous les cinquante ans, l'arc de méridien qui a servi à la détermination du mètre, et qu'à chaque fois on apportât une modification correspondante à la longueur du mètre étalon. On voit quelle confusion cela jetterait dans la Science et même dans la pratique.

» Je crains qu'il en soit, jusqu'à un certain point, de même ici, et j'eusse préféré de beaucoup qu'on conservât, à titre définitif, le zéro de Bourdaloue, sauf à le rattacher :

» 1° A des repères matériels aussi nombreux et aussi immuables que possible ;

» 2° Au niveau moyen de la mer de mieux en mieux observé, grâce aux excellents appareils installés par les soins de la Commission.

» De cette façon, la comparaison des nouvelles cotes avec celles de Bourdaloue serait toujours demeurée possible et facile ; de plus, dans les éditions successives des documents de la Commission, les cotes seraient restées immuables et, au commencement de chaque édition, on aurait simplement indiqué l'écart existant, d'après l'état des observations au moment de leur publication, entre le zéro adopté et le véritable niveau moyen de la mer.

» Je sais bien que les cotes qui viennent d'être publiées sont provisoires, qu'elles seront toutes à remanier à la fin des opérations d'après les corrections à faire pour obtenir la fermeture exacte des polygones. Mais mon observation porte sur l'édition définitive aussi bien, et plus encore, que sur celle actuelle.

» En ce qui touche les deux cotes (cote *orthogonale* et cote *dynamique* de chaque point), en voici l'explication :

» La cote orthogonale d'un point est sa distance à la surface de niveau passant par le zéro du nivellement. Cette surface, que M. Bruns a proposé d'appeler le *géoïde*, est très compliquée; elle ne pourrait être déterminée que par une série séculaire d'observations méthodiques de la pesanteur et de nivellements géométriques et astronomiques poursuivis d'un commun accord sur tout le globe ou tout au moins sur tout un continent. Mais rien ne s'oppose à ce qu'on prenne, en attendant, comme surface de comparaison, l'ellipsoïde de Clairaut, et la cote orthogonale d'un point est sa distance à cette surface.

» Mais, comme les surfaces de niveau, même en les supposant ellipsoïdales (comme le fait la Commission), ne sont pas équidistantes, deux points d'égale altitude, c'est-à-dire placés sur une même surface de niveau et, par conséquent, sur une même courbe de niveau, n'ont pas la même cote orthogonale, et, plus généralement, les opérations du nivellement, à cause de la non-équidistance des surfaces de niveau, donnent, pour la différence d'altitude entre deux points, une valeur qui varie avec le cheminement fait pour aller de l'un à l'autre. En effet, si

$$W(x, y, z) = \rho = \text{const.} \tag{1}$$

est l'équation au paramètre ρ des surfaces de niveau, l'opération du nivellement, pour la différence d'altitude z entre deux points A et B, lorsqu'on a nivelé, pour aller de l'un à l'autre, une ligne ACB, est

$$z = \int_{\text{ACB}} \frac{d\rho}{g}, \tag{2}$$

où g est égal à

$$\sqrt{\left(\frac{\partial W}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial W}{\partial y}\right)^2 + \left(\frac{\partial W}{\partial z}\right)^2}, \tag{3}$$

c'est-à-dire à la gravité.

» Sauf si les surfaces sont équidistantes, c'est-à-dire sauf le cas où la gravité ne dépend que de ρ, ou, si l'on veut, ne dépend que de l'altitude et non de la latitude, on voit que z dépend essentiellement de la ligne nivelée ACB. Si, en particulier, le point A est sur la surface zéro, et que la ligne suivie ACB soit la trajectoire orthogonale des surfaces de niveau,

c'est-à-dire la ligne courbe enveloppe des verticales, l'équation (2) donne la cote orthogonale, telle qu'elle est inscrite au Répertoire graphique. Mais, comme on ne peut pas cheminer suivant la verticale, on voit que cette cote ne peut se déduire des opérations sur le terrain qu'à l'aide de calculs supposant connue la nature des surfaces de niveau. On les a, comme je l'ai dit, assimilées à des ellipsoïdes de révolution.

» Mais, ainsi qu'il a été observé, ces cotes ne permettraient pas de tracer des courbes de niveau exactes, puisque l'équation $z =$ const. n'est pas une surface de niveau (sauf toujours, si celles-ci étaient équidistantes, ce qu'on ne suppose pas).

» Aussi, un nivellement de précision ne peut pas avoir pour définition géométrique la recherche des cotes orthogonales. Son objet mathématique ne peut être que la recherche de la surface de niveau sur laquelle se trouve chaque point nivelé, et comme chaque surface de niveau est entièrement caractérisée par son paramètre ρ (ou une fonction de ρ) ou, en langage ordinaire, par toute grandeur ne changeant pas aux divers points de la surface, il faut aussi caractériser chaque point nivelé par une telle grandeur.

» Comme il y en a une infinité (ρ ou toute fonction de ρ), on peut toujours s'arranger pour que cette grandeur soit une longueur.

» Parmi les grandeurs qui restent invariables le long d'une surface de niveau, se trouve l'*énergie* d'un point placé sur cette surface, c'est-à-dire le travail de la pesanteur, lorsque ce point, supposé matérialisé, tombe de la surface où il se trouve jusqu'au niveau de la mer. Si l'on prend pour la masse de ce point $\frac{1}{g_0}$, g_0 étant la gravité en un point particulier, choisi une fois pour toutes, ce travail ne dépendra plus que de l'unité de longueur. On pourra dire que c'est une longueur. Et on pourra l'appeler la *cote dynamique* du point. La définition n'en est d'ailleurs pas donnée dans le Répertoire de la Commission, ce qui est une lacune.

» La Commission se réserve sans doute de combler cette lacune lors de la publication de ses méthodes; mais c'est le Répertoire qui sera, en général, seul consulté. Une définition élémentaire de la cote dynamique y aurait donc sa place assignée.

» L'œuvre de la Commission mérite d'autant plus d'éloges, qu'elle l'a accomplie avec de très faibles ressources. Les savantes méthodes qu'elle a suivies pour se prémunir contre toute erreur, méthodes qui ne sont pas encore publiées *in extenso*, ont été hautement appréciées dans les Congrès

internationaux de Géodésie. L'honneur en revient au Comité d'exécution, composé de M. Marx, Inspecteur général des Ponts et Chaussées, Président; de MM. Prompt et Cheysson, Inspecteurs généraux; de M. le colonel Goulié dont la haute compétence n'a pas besoin d'être mentionnée; de M. l'Ingénieur en chef Durand-Claye et de M. Lallemand, Ingénieur des Mines, Secrétaire, qui est l'âme de l'exécution et qui consacre à cette œuvre sa science et son remarquable talent d'invention. »

HYDRODYNAMIQUE. — *Théorie du mouvement permanent qui se produit près de l'entrée évasée d'un tube fin : application à la deuxième série d'expériences de Poiseuille;* par M. **J. Boussinesq.**

« I. Appliquons (¹) l'équation (14) au phénomène de l'établissement du régime uniforme dans un tube cylindrique de rayon R et de longueur L, ayant son entrée assez bien évasée pour que les filets fluides issus sans vitesse initiale sensible du réservoir auquel il s'abouche, l'occupent en entier dès qu'ils y ont pénétré, et s'y trouvent déjà, à fort peu près, rectilignes et parallèles. En vertu du principe de D. Bernoulli, qui régit sans erreur bien perceptible l'écoulement par les orifices évasés, tous les filets fluides possèdent, à l'extrémité *amont* de la partie cylindrique du tube, une vitesse commune U, telle, que la *charge totale* $\zeta + \frac{p}{\rho g} + \frac{U^2}{2g}$, sur cette première section, égale sa valeur *donnée* dans le réservoir, $\zeta_0 + \frac{p_0}{\rho g}$. De l'entrée à la sortie, la charge totale en question décroîtra, d'après (14), de $k\frac{\varepsilon}{\rho g}\frac{U}{\sigma}L\left(\text{ou de }\frac{8\varepsilon UL}{\rho g R^2}\right)$, pour recevoir finalement la valeur $\zeta_1 + \frac{p_1}{\rho g} + \alpha\frac{U^2}{2g}$, où ζ_1, p_1, altitude et pression sur l'axe, à l'extrémité *aval* du tube, seront également connues, tandis que α y aura pris la valeur 2 relative à un régime uniforme, si du moins le tube est assez long pour que les filets fluides, d'abord également rapides, y acquièrent avant la sortie leurs inégalités *normales* de vitesse. Il viendra donc pour déterminer U la relation

$$(15) \qquad \frac{8\varepsilon UL}{\rho g R^2} + \frac{U^2}{g} = (\zeta_0 - \zeta_1) + \frac{p_0 - p_1}{\rho g}.$$

(¹) Voir le précédent *Compte rendu*, p. 1160. — A la page 1162 le mot *évasée* doit être porté, de la ligne 19, au commencement de la ligne 4; à la page 1165, dernière ligne, après les mots : *suivant d'autres lois*, ajouter : *qu'en l'absence des frottements*.

» Dans un tube d'assez grande longueur, le second terme disparaît, à côté du premier où figure le facteur L; et cette formule ainsi simplifiée exprime la proportionnalité, bien connue, de la vitesse moyenne U : 1° au second membre, ou *charge totale dépensée;* 2° à l'inverse de la longueur L, et 3° au carré du rayon R; triple proportionnalité constituant les lois simples déduites par le Dr Poiseuille de la catégorie de ses expériences qu'il appelle sa *première série*. Mais ces lois cessent de s'appliquer dès que la longueur L ne contient plus un nombre suffisant de fois le diamètre 2R, c'est-à-dire dans la *deuxième série* des expériences de Poiseuille. Or un jeune physicien, M. Maurice Couette, vient de reconnaître (¹) que la correction alors nécessaire consiste justement, du moins dans sa partie de beaucoup la plus importante, à introduire le second terme de (15), mais que celui-ci est cependant un peu trop faible pour la réaliser à lui seul.

» La théorie précédente aurait permis de le prévoir. En effet, les divers filets fluides, après leur entrée dans le tube, ont encore des vitesses u peu inégales et affectant, par suite, des rapports à U sensiblement différents de ceux qu'exprime la fonction φ. C'est donc seulement à quelque distance de l'entrée que la substitution de $\frac{u}{U}$ à φ devient légitime dans le calcul approché du dernier terme de (13), d'où nous avons tiré ainsi le second de (15). En réalité, jusqu'à une telle distance, il y a, par le fait de cette substitution, une erreur sensible commise, égale, comme nous l'avons remarqué, à $\frac{1}{g}\int_\sigma (-\varpi)u'\frac{d\sigma}{\sigma}$. Or, ce terme négligé est de même signe que le résultat obtenu $\frac{d}{dx}\left(\frac{\alpha U^2}{2g}\right)$ ou $\frac{U^2}{2g}\frac{d\alpha}{dx}$, c'est-à-dire positif. En effet, les filets fluides voisins de l'axe doivent, dès l'entrée, accélérer leur mouvement, et les filets éloignés de l'axe, ralentir le leur; de sorte que, sous le signe $\int$, les deux facteurs $-\varpi = \varphi - \frac{u}{U}$ et u', positifs à la fois dans la partie centrale des sections et négatifs à la fois près de leur circonférence, ont tous les deux même signe presque partout. La correction exprimée par le second terme de (15) est donc un peu faible, quoiqu'il ne semble pas facile de déterminer *rigoureusement* la modification à lui faire subir.

» II. Essayons toutefois d'évaluer celle-ci, dans l'hypothèse la plus

(¹) Au Chapitre III de sa thèse de doctorat *Sur le frottement des liquides*, soutenue le 30 mai 1890 devant la Faculté des Sciences de Paris. Ce Chapitre paraîtra vers le mois d'octobre, avec les deux qui le précèdent et l'Introduction, dans les *Annales de Chimie et de Physique*.

simple relativement à la manière dont on peut supposer variable d'une section à l'autre le mode de distribution des vitesses, savoir, en admettant que l'*écart* $-\varpi$, exprimé par $\varphi - 1$ à l'entrée, s'atténue, à mesure que l'abscisse x grandit, sans altération des rapports mutuels qu'il affecte aux diverses distances r de l'axe, ou de manière à égaler partout le produit de $\varphi - 1$ par une fonction λ de x graduellement décroissante de 1 à zéro, depuis l'entrée jusqu'aux points où le régime uniforme est établi.

» Ayant ainsi posé

(16) $\varphi - \frac{u}{U} = -\varpi = \lambda(\varphi - 1)$, ou $u = U\varphi - U(\varphi - 1)\lambda$, et, par suite,

$$(17) \quad \left\{ \begin{aligned} \frac{du}{dx} &= -U(\varphi - 1)\frac{d\lambda}{dx} = -U\frac{d\lambda}{dx}\left(1 - 2\frac{r^2}{R^2}\right), \\ \frac{du}{dr} &= U(1-\lambda)\frac{d\varphi}{dr} = -4U(1-\lambda)\frac{r}{R^2}, \end{aligned} \right.$$

l'équation de conservation des volumes fluides presque évidente,

$$r\frac{du}{dx} + \frac{d.rW}{dr} = 0,$$

où W désigne la petite composante transversale ou *radiale* de la vitesse en chaque point, donnera

$$(18) \qquad W = -\frac{1}{r}\int_0^r \frac{du}{dx} r\,dr = \frac{U}{2}\frac{d\lambda}{dx} r\left(1 - \frac{r^2}{R^2}\right) = \frac{U}{4}\frac{d\lambda}{dx}\varphi r,$$

valeur de W s'annulant bien avec φ sur le contour des sections, comme il le faut. Et l'expression $u\frac{du}{dx} + W\frac{du}{dr}$ de l'accélération longitudinale u' devient, en y introduisant autant que possible, pour simplifier, φ au lieu de r,

$$(19) \qquad u' = -\frac{U^2}{2}\frac{d\lambda}{dx}[\varphi^2 - \lambda - \lambda(\varphi^2 - 2\varphi + 1)].$$

» Portons enfin cette expression de u' soit dans la correction à calculer $\frac{1}{g}\int_\sigma (-\varpi) u' \frac{d\sigma}{\sigma}$, soit simplement, ce qui revient ici au même, dans le dernier terme de (13), dont il s'agit de former une approximation plus exacte que $\frac{d}{dx}\left(\frac{\alpha U^2}{2g}\right) = \frac{U^2}{2g}\frac{d\alpha}{dx}$. En observant, d'abord, que les valeurs moyennes de φ, φ^2, φ^3 aux divers points de sections circulaires σ sont respectivement 1, $\frac{4}{3}$, 2, et, ensuite, que α, valeur moyenne du rapport de u^3 à U^3, sera, d'après la seconde formule (16), $1 + (1 - \lambda)^2$ ou $2 - 2\lambda + \lambda^2$, il viendra

$$(20) \qquad \frac{1}{g}\int_\sigma \varphi u' \frac{d\sigma}{\sigma} = \frac{U^2}{g}\frac{d\lambda}{dx}\left(-1 + \frac{2}{3}\lambda\right) = \frac{U^2}{2g}\frac{d\alpha}{dx} - \frac{U^2}{6g}\frac{d.\lambda^2}{dx}.$$

» Tant que la fraction λ, à laquelle est proportionnel l'écart $-\varpi$, reste petite, le troisième membre se confond bien avec $\frac{U^2}{2g}\frac{d\alpha}{dx}$, sauf erreur du second ordre en λ, représentée par le dernier terme. Mais ici où λ décroît de 1 à zéro, cette erreur devient sensible, puisque son produit par dx, intégré de $\lambda = 1$ à $\lambda = 0$, donne $\frac{1}{6}\frac{U^2}{g}$. Ainsi, *le second terme de la formule* (15) *semblerait devoir être augmenté de sa sixième partie*. Néanmoins, comme, d'un autre côté, quand la correction exprimée par ce terme est très notable par suite d'une diminution suffisante de la longueur L, la fraction λ peut bien ne pas décroître jusqu'à zéro même à la sortie, ou le régime uniforme ne pas s'établir complètement, le rapport α n'atteint pas alors la valeur 2, et il y a lieu de réduire les résultats précédents.

» III. Au reste, l'hypothèse qu'exprime la formule (16) touchant la distribution des vitesses u après l'entrée a été choisie uniquement pour donner quelque idée de l'ordre de grandeur des corrections à faire, son extrême simplicité permettant aux calculs d'aboutir. Il ne faudrait pas la regarder comme rigoureuse. En effet, aux distances r de l'axe peu différentes de R, la vitesse, qui est U à l'entrée, devient très vite insensible quand x grandit, à cause de l'immobilisation, par la paroi, de la couche fluide contiguë : ainsi cette vitesse commence par décroître, d'amont en aval, bien plus vite que ne peut en même temps grandir u sur l'axe, et il n'y a pas conservation du rapport, égal d'abord à -1, mais bientôt à zéro, des valeurs respectives de ϖ près de la circonférence et au centre des diverses sections normales. La vraie formule de ϖ est donc plus complexe que $-\lambda(\varphi - 1)$; et elle ne cesse même pas de l'être, sur les sections où ses valeurs sont atténuées au point de rendre négligeables leurs carrés ou produits.

» Pour le reconnaître, cherchons d'abord quelle forme prend l'expression évidente $u\frac{du}{dx} + W\frac{du}{dr}$ de l'accélération u', quand on y substitue à W sa valeur $-\frac{1}{r}\int_0^r \frac{du}{dx} r\,dr$ fournie par le principe de la conservation des volumes fluides, et qu'on remplace en outre u par $U(\varphi + \varpi)$, où ϖ seul dépend de x. En négligeant tous les termes du second ordre par rapport à ϖ ou à ses dérivées, il viendra

$$(21)\quad u' = U^2\left(\varphi\frac{d\varpi}{dx} - \frac{1}{r}\frac{d\varphi}{dr}\int_0^r \frac{d\varpi}{dx} r\,dr\right) = 2U^2\left[\left(1 - \frac{r^2}{R^2}\right)\frac{d\varpi}{dx} + \int_0^r \frac{d\varpi}{dx}\frac{2r\,dr}{R^2}\right],$$

expression dont la dérivée en r est simplement

$$\frac{du'}{dr} = 2U^2\left(1 - \frac{r^2}{R^2}\right)\frac{d^2\varpi}{dx\,dr}. \tag{22}$$

» Or l'équation indéfinie (9), dont les deux premiers termes reviennent ici à $\frac{1}{r}\frac{d}{dr}\left(r\frac{d\varpi}{dr}\right)$, donne évidemment, quand on la différentie en r,

$$\frac{d}{dr}\left[\frac{1}{r}\frac{d}{dr}\left(r\frac{d\varpi}{dr}\right)\right] = \frac{\rho}{\varepsilon U}\frac{du'}{dr}, \tag{23}$$

relation qui, grâce à la précédente (22), permet enfin de poser

$$\frac{2\rho U}{\varepsilon}\left(1 - \frac{r^2}{R^2}\right)\frac{d\frac{d\varpi}{dr}}{dx} = \frac{d}{dr}\left[\frac{1}{r}\frac{d}{dr}\left(r\frac{d\varpi}{dr}\right)\right]. \tag{24}$$

» Telle est l'équation aux dérivées partielles, linéaire et du second ordre par rapport à $\frac{d\varpi}{dr}$, qui détermine, de section en section, les variations de $\frac{d\varpi}{dr}$ et, par suite (vu l'annulation de ϖ sur chaque contour $2\pi R$), celles de ϖ. Il faudrait donc l'intégrer pour obtenir ϖ; ce qui ne paraît pas facile. Mais on constate aisément que toute expression de ϖ entière et du second degré par rapport à r, d'ailleurs tenue d'avoir, par raison de continuité, sa dérivée en r nulle au centre $r = 0$ des sections, réduira identiquement à zéro le second membre de (24) et devra, par conséquent, être exclue. Or la formule (16) se trouve justement dans ce cas. »

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Calcul des températures successives d'un milieu homogène et athermane indéfini, que sillonne une source de chaleur;* par M. **J. Boussinesq**.

« Quand un milieu indéfini, à une, deux ou trois dimensions suivant lesquelles se comptent tout autant de coordonnées $x, y, \ldots$ rectangulaires (barre, plaque ou corps massif), a sa température u régie par l'équation $\frac{du}{dt} = \frac{d^2u}{dx^2} + \frac{d^2u}{dy^2} + \ldots = \Delta_2 u$ et primitivement nulle partout, l'introduction, en un de ses points $(\xi, \eta, \ldots)$ et à l'époque quelconque τ, d'une quantité donnée dq de chaleur exprimant la valeur qu'y prend désormais l'intégrale $\int u\,d\varpi$ étendue à tous ses éléments $d\varpi = dx\,dy\ldots$ d'espace, y fait naître, comme on sait, les températures successives

$$(\text{pour } t > \tau) \qquad u = \frac{dq}{(2\sqrt{\pi}\sqrt{t-\tau})^m}e^{-\frac{r^2}{4(t-\tau)}}, \tag{1}$$

où m désigne le nombre 1, 2 ou 3 des dimensions et r la distance de chaque point $(x, y, \ldots)$ au point $(\xi, \eta, \ldots)$. Cela posé, si une source calorifique concentrée et mobile, ayant, à diverses époques τ, des coordonnées $(\xi, \eta, \ldots)$ fonctions connues de τ, déverse par unité de temps dans le milieu une quantité variable et également connue $F(\tau)$ de chaleur, il sera naturel d'exprimer les accroissements de température causés, en chaque point $(x, y, \ldots)$ et à toute époque t, par l'introduction des débits élémentaires antérieurs $dq = F(\tau)\,d\tau$ de la source, au moyen de tout autant d'expressions analogues à (1) qu'il y aura eu de ces débits dq; et la formule propre à donner les températures de tout le milieu sera

$$(2)\quad u = \frac{1}{(2\sqrt{\pi})^m}\int_{-\infty}^{t}\frac{F(\tau)\,dt}{(\sqrt{t-\tau})^m}e^{-\frac{r^2}{4(t-\tau)}},\quad \text{où}\quad r^2 = (x-\xi)^2 + (y-\eta)^2 + \ldots.$$

» En effet, d'une part et malgré le dénominateur $(\sqrt{t-\tau})^m$ qui s'annule à la limite supérieure $\tau = t$, cette intégrale simple est rendue bien déterminée et finie par la présence de l'exponentielle, sauf au point, occupé *actuellement* par la source, pour lequel $r = 0$ à l'époque $\tau = t$. D'autre part, cherchons à quelles conditions satisfait la même intégrale; et, d'abord, devant pour cela la différentier, évitons-y la valeur critique $\tau = t$ par la substitution, à la limite t, d'une autre *à peine* inférieure $t - \varepsilon$; ce qui ne modifiera qu'infiniment peu les valeurs de u. Prenons, en d'autres termes, avec ε indépendant de t,

$$(3)\qquad u = \frac{1}{(2\sqrt{\pi})^m}\int_{-\infty}^{t-\varepsilon}\frac{F(\tau)\,d\tau}{(\sqrt{t-\tau})^m}e^{-\frac{r^2}{4(t-\tau)}}.$$

Le paramètre différentiel $\Delta_2 u$ s'obtiendra évidemment par la différentiation sous le signe $\int$, et, vu l'équation indéfinie que vérifie la solution élémentaire (1), il égalera ce que donnerait la différentiation en t, également sous le signe $\int$, du second membre de (3), c'est-à-dire la dérivée même $\frac{du}{dt}$, diminuée du terme aux limites provenant de la variation de la limite supérieure $t - \varepsilon$, et qui est $\frac{F(t-\varepsilon)}{(2\sqrt{\pi\varepsilon})^m}e^{-\frac{R^2}{4\varepsilon}}$, si R désigne la distance du point quelconque $(x, y, \ldots)$ au point $(\xi, \eta, \ldots)$ que *vient de quitter* la source, à l'époque $t - \varepsilon$. L'expression (3), partout finie et continue, ainsi que ses dérivées, vérifie donc l'équation

$$(4)\qquad \frac{du}{dt} - \Delta_2 u = \frac{F(t-\varepsilon)}{(2\sqrt{\pi\varepsilon})^m}e^{-\frac{R^2}{4\varepsilon}}.$$

Or celle-ci est l'équation des températures dans l'hypothèse de la *création*

incessante, en tous les points $(x, y, \ldots)$, d'une quantité de chaleur égale par unités d'espace et de temps au second membre de (4), quantité distribuée autour du même point $(\xi, \eta, \ldots)$ que vient de quitter la source, en couches concentriques, de rayon R, d'épaisseur dR, d'étendue $KR^{m-1}\,dR$ (où $K = 2$, 2π ou 4π suivant le nombre 1, 2 ou 3 des m dimensions), et dont la valeur totale par unité de temps est

$$(5)\quad \frac{K\,F(t-\varepsilon)}{(\sqrt{\pi})^m}\int_0^\infty e^{-\frac{R^2}{4\varepsilon}}\left(\frac{R}{2\sqrt{\varepsilon}}\right)^{m-1}\frac{dR}{2\sqrt{\varepsilon}} = \frac{K\,F(t-\varepsilon)}{(\sqrt{\pi})^m}\int_0^\infty e^{-\rho^2}\rho^{m-1}\,d\rho = F(t-\varepsilon).$$

Il suffit enfin d'observer qu'il n'y a, de cette chaleur créée $F(t-\varepsilon)$, que la fraction *évanouissante* $\frac{K}{(\sqrt{\pi})^m}\int_{\frac{R}{2\sqrt{\varepsilon}}}^\infty e^{-\rho^2}\rho^{m-1}\,d\rho$, qui soit produite aux distances R *sensibles* du point occupé par la source à l'époque $t-\varepsilon$, pour reconnaître, à la limite $\varepsilon = 0$, dans toute cette chaleur, précisément celle que déverse la source au moment actuel t et au point où elle se trouve, en sorte que l'expression (2) de u vérifie bien les conditions du problème posé. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur les diverses inosites isomères et sur leur chaleur de transformation;* par M. **Berthelot**.

« Il m'a paru intéressant de soumettre à de nouvelles mesures le travail moléculaire développé par les transformations de l'isomérie symétrique. On sait, en effet, par les travaux de MM. Maquenne, Tanret et Villiers, que l'inosite présente des phénomènes d'isomérie tout à fait comparables à ceux de l'acide tartrique, c'est-à-dire qu'il existe deux inosites isomères douées de pouvoirs rotatoires identiques, mais de signe contraire, l'une dextrogyre, l'autre lévogyre; elles s'unissent à poids égaux pour former une inosite inactive par compensation analogue à l'acide racémique. Enfin on connaît une inosite privée du pouvoir rotatoire et non dédoublable. MM. Maquenne et Tanret, ayant eu l'obligeance de me remettre une dizaine de grammes de chacun de ces isomères remarquables, je les ai soumis à une étude semblable à celle que j'avais exécutée en 1875, en commun avec M. Jungfleisch, sur les quatre acides tartriques [1].

» Voici les résultats :

» 1. 4^{gr} d'*inosite dextrogyre*, déshydratée et répondant à la formule

[1] *Annales de Chimie et de Physique*, 5e série, t. IV, p. 147.

$C^{12}H^{12}O^{12}$, ont été dissous dans 300^{cc} d'eau, à la température de 17°,9. Sa solution est immédiate.

» La chaleur absorbée a été trouvée (2 essais concordants) pour 1 molécule = 180^{gr} : — 2^{Cal},05.

» 2. 4^{gr} d'*inosite lévogyre* déshydratée, dissous dans 300^{cc} d'eau, à 17°,9 (2 essais concordants), ont fourni : — 2^{Cal},03.

» Ces deux valeurs peuvent être regardées comme identiques. Les deux inosites symétriques ont donc la même chaleur de dissolution, précisément comme les deux acides tartriques. J'adopterai la moyenne : — 2,04.

» 3. Les deux liqueurs précédentes, amenées à une température identique, ont été mélangées. Ce mélange a donné lieu à un phénomène thermique nul (+ 0°,002 dans un premier essai; — 0°,002 dans le second).

» On peut en conclure que les deux inosites symétriques ne donnent aucun signe de combinaison dans l'état de dissolution; pas plus que les deux acides tartriques symétriques. C'est un résultat qu'il importe de ne pas oublier dans l'étude des constantes physiques des corps symétriques. Mais la combinaison se manifeste dès qu'on les sépare de leur dissolution, ainsi que je vais le rappeler.

» 4. *Inosite neutre par compensation*, préparée par synthèse et cristallisée; anhydre.

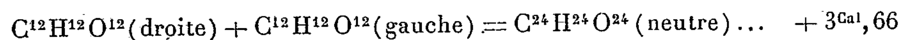
» 4^{gr} ont été dissous dans 300^{cc} d'eau, à 18°. La dissolution est plus lente et plus difficile que celle des inosites actives. D'après deux essais concordants, j'ai obtenu pour 180^{gr} : — 3^{Cal},87; soit pour le poids moléculaire 360^{gr} : — 7^{Cal},74.

» Cette chaleur de dissolution est négative et supérieure en valeur absolue à celle de chacune des inosites actives. C'est le même fait que pour les trois acides tartriques correspondants.

» 5. En comparant ces valeurs, on obtient la *chaleur de combinaison des deux inosites droite et gauche*. En effet, l'on a :

	Cal
Dissolution séparée de ces deux inosites	— 4,08
Mélange des dissolutions	0,00
Séparation de l'inosite inactive par compensation	+ 7,74

Ce qui fournit, pour la réaction des deux corps solides,



$$C^{12}H^{12}O^{12}(\text{droite}) + C^{12}H^{12}O^{12}(\text{gauche}) = C^{24}H^{24}O^{24}(\text{neutre}) \ldots \quad + 3^{Cal},66$$

» Ce nombre présente une valeur voisine (quoique un peu plus faible)

de celle qui caractérise la combinaison des acides tartriques : $+4^{Cal},41$. C'est un chiffre sensible, quoique inférieur aux chaleurs de neutralisation ou d'hydratation des acides proprement dits.

» 6. Complétons ces résultats en donnant la chaleur de dissolution de l'inosite inactive véritable et non dédoublable, laquelle peut être extraite du noyer.

» J'ai trouvé, avec 4^{gr} de matière et 300^{cc} d'eau, à 18°,1 (deux essais concordants) : $3^{Cal},38$; valeur voisine mais un peu inférieure par rapport à celle de l'inosite inactive par compensation.

» L'acide tartrique inactif, comparé à l'acide racémique, avait fourni un résultat du même ordre.

» Ces observations caractérisent l'isomérie symétrique. »

PHYSIQUE. — *Variation de l'élasticité du verre et du cristal avec la température*. Note de M. E.-H. Amagat.

« Les coefficients de compressibilité du verre et du cristal, dont j'ai donné les valeurs dans mon travail récent sur l'élasticité des solides, sont relatifs à des températures voisines de 15°.

» Depuis, ayant poussé mes recherches sur les liquides et les gaz jusqu'à 200° (recherches encore non publiées), j'ai été conduit à examiner si le coefficient des enveloppes, dans ces conditions, ne varie pas de façon qu'il soit nécessaire d'en tenir compte. Les résultats obtenus jusqu'ici à ce sujet sont très peu concordants; dans un Mémoire intéressant sur la compressibilité des liquides publié en 1884, MM. Pagliani et Vicentini ont annoncé que déjà, à 100°, le coefficient du verre de leurs piézomètres avait augmenté d'une façon notable, environ de 13 pour 100 de sa valeur; il résulterait, au contraire, de la variation du coefficient de pression des thermomètres, consignée par M. Guillaume dans son remarquable *Traité de la Thermométrie de précision*, que cette augmentation serait seulement de 0,016 entre 0° et 100°.

» La méthode que j'ai suivie pour étudier cette variation consiste à déterminer, à diverses températures, la déformation intérieure d'un piézomètre comprimé par l'extérieur; c'est, du reste, l'opération que M. Guillaume fait subir à ses thermomètres pour obtenir leur coefficient de pression extérieure.

» Dans le cas d'un réservoir cylindrique à bases planes, la valeur de la

déformation proportionnelle est

$$\frac{dV}{V} = \frac{\alpha(5-4\mu)}{R^2-R_0^2} R^2 P.$$

Comme $\frac{R^2}{R^2-R_0^2}$ ne varie pas avec la température, le rapport des déformations à deux températures différentes est

$$(1) \qquad \frac{\alpha(5-4\mu)}{\alpha'(5-4\mu')} \text{ (1)}.$$

Ce rapport est différent de celui des coefficients de compressibilité, lequel est

$$(2) \qquad \frac{3\alpha(1-2\mu)}{3\alpha'(1-2\mu')};$$

mais il lui devient égal si l'on suppose que le coefficient de Poisson μ ne varie point avec la température, ce qui évidemment n'est point certain, même dans les limites de températures dont il s'agit ici.

» La question, du reste, pourra être résolue, ainsi que je me propose de le faire, en déterminant aux mêmes températures les variations de volume intérieur d'un long cylindre du même verre soumis à la traction; dans ce cas, le rapport des déformations sera le même que ci-dessus (2), puisque la déformation est représentée par $\alpha(1-2\mu)$; on obtiendra donc ainsi directement le rapport des coefficients de compressibilité, et il sera égal à (1) si la valeur de μ est restée constante.

» Jusqu'ici, j'ai fait seulement la première série de déterminations; celles-ci présentent d'assez grosses difficultés, à cause de la petitesse de l'effet qu'on se propose de mesurer.

» Si l'on augmente le volume des réservoirs, afin que la déformation se traduise par un plus grand nombre de divisions de la tige graduée, les piézomètres deviennent des thermomètres d'une sensibilité telle que les corrections dues à cet effet rendent toute détermination certaine impossible; avec des réservoirs plus petits, il faut comprimer davantage, et l'on se heurte à l'écueil des déformations permanentes qui, même avec le verre et le cristal, atteindraient bientôt l'ordre de grandeur de la variation qu'on cherche à estimer.

---

(1) Il est facile de voir que les formules relatives au cylindre terminé par des hémisphères conduiraient à une conclusion analogue.

» Après beaucoup de tâtonnements, j'ai adopté des réservoirs en verre épais, avec lesquels je puis opérer jusqu'à 200^{atm}; le piézomètre constitue un véritable thermomètre à déversement (maxima de Walferdin) d'une sensibilité moyenne; je règle pour chaque température la quantité de mercure, de manière que la course de la colonne mercurielle ait toujours lieu sensiblement dans les mêmes limites, ce qui exclut toute erreur de calibrage; cette tige est, dans toutes les expériences, placée au centre d'un manchon de verre traversé par un courant d'eau à température constante. Le réservoir est comprimé dans un cylindre d'acier rempli de mercure, qui reçoit lui-même la pression par l'intermédiaire d'un liquide bouillant au-dessus de 200°; le cylindre d'acier est placé au centre d'un autre cylindre pouvant, soit être rempli de glace, soit être transformé en appareil à bain de vapeur; j'ai opéré ainsi à 0°, à 100° et à 200° (vapeur de benzoate de méthyle) en chiffres ronds. Pour une pression de 200^{atm}, le déplacement de la colonne mercurielle mesurant la déformation était d'environ 200 divisions.

» Voici le Tableau des résultats obtenus, correction faite de la température de la tige, avec deux piézomètres de verre et un de cristal; les déformations sont estimées en divisions de la tige; on a mis en regard l'augmentation entre zéro et 100°, puis entre 100° et 200°, rapportée à 100 de ces divisions :

	Piézomètre 1 (verre).		Piézomètre 2 (verre).		Piézomètre 3 (cristal).	
	Déformation.	Pour 100.	Déformation.	Pour 100.	Déformation.	Pour 100.
0°......	202,7	2,95	205,7	2,71	182,8	4,10
100......	208,7		211,3		190,3	
200......	215,5	3,25	218,6	2,99	203,0	6,68

L'augmentation de la variation de volume avec la température est manifeste; elle est un peu plus forte entre 100° et 200° qu'entre 100° et 0° pour le verre, et notablement pour le cristal; il est probable qu'elle irait s'exagérant de plus en plus en élevant encore la température.

» Même pour le verre, la variation est plus notable que celle trouvée par M. Guillaume pour les thermomètres qu'il a étudiés; mais cette différence peut s'expliquer; car, si l'on remarque que la variation est notablement plus grande pour le cristal que pour le verre, on peut prévoir qu'elle doit être plus faible pour les thermomètres de M. Guillaume, qui sont en

verre vert dur, que pour mes piézomètres, qui sont en verre de dureté moyenne [verre ordinaire Guilbert-Martin (1)].

» D'autre part, même pour le cristal, les variations sont beaucoup plus petites (quatre fois environ) que celles trouvées par MM. Pagliani et Vicentini, qui, il est vrai, opéraient en déterminant la déformation extérieure de piézomètres comprimés intérieurement; j'ignore, du reste, la nature du verre ou cristal dont ces instruments étaient faits.

» Dans tous les cas, pour le verre ordinaire dont on se sert généralement aujourd'hui, la variation du coefficient de compressibilité, même jusqu'à 200°, ne paraît pas de nature à entraîner des erreurs graves dans le calcul de la déformation des enveloppes; en admettant la proportionnalité entre la déformation étudiée et ce coefficient, qui est égal à 0,0000022, on arriverait, par exemple, à 200° et sous une pression de 1000^{atm}, à une erreur de 0,00028 sur l'estimation du volume; dans le genre de recherches qu'intéresse cette question, chercher à en tenir compte serait, en général, absolument illusoire. »

M. **Berthelot** fait hommage à l'Académie d'un Ouvrage qu'il vient de publier sous le titre : « La Révolution chimique. Lavoisier (2) » et s'exprime comme il suit :

« Cet Ouvrage renferme l'exposé méthodique des doctrines scientifiques et des découvertes de Lavoisier; il présente l'histoire de la révolution qui a transformé la Chimie à la fin du siècle dernier. Pour augmenter l'intérêt et l'originalité de mon œuvre, j'ai cru utile d'y joindre l'étude des Registres inédits du laboratoire de Lavoisier, avec Notices et Extraits reproduisant les passages dans lesquels il a pris soin d'exposer lui-même la suite de ses pensées personnelles : tout ce qui touche à l'histoire de l'esprit d'un si grand homme mérite d'être mis sous les yeux de la postérité. »

(1) M. Guillaume ne considère, du reste, son résultat que comme une approximation suffisante pour le but qu'il se propose.

(2) In-8°, chez Alcan.

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Membre libre, pour remplir la place laissée vacante par le décès de M. *Cosson*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 68,

M. Bischoffsheim	obtient	37	suffrages
M. Rochard	»	14	»
M. Laussedat	»	13	»
M. Rouché	»	2	»

Il y a deux bulletins blancs.

M. Bischoffsheim, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu. Sa nomination sera soumise à l'approbation du Président de la République.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. Vallée adresse une nouvelle Communication sur la navigation aérienne.

(Renvoi à la Commission des aérostats.)

M. C. Hell adresse un Mémoire relatif à la destruction du Phylloxera.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

M. Is. Jacq soumet au jugement de l'Académie un Mémoire « Sur les abordages en mer en temps de brume ».

(Commissaires : MM. Pâris, Jurien de la Gravière,
Bouquet de la Grye.)

M. Thévenet adresse une Note « Sur l'utilisation de la force des marées dans les ports munis de bassins à flot ».

(Commissaires : MM. Maurice Lévy, Sarrau, Léauté.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

Un Mémoire de M. *Casorati*, ayant pour titre « Mesure de la courbure des surfaces suivant l'idée commune; ses rapports avec les mesures de courbure gaussienne et moyenne ». (Présenté par M. Boussinesq.)

OPTIQUE. — *Sur une propriété nouvelle des ondes lumineuses.* Note de M. **Gouy**.

« On sait comment le principe de Huygens permet de rendre compte de la propagation d'une suite d'ondes de même période, en considérant comme centres d'ébranlements tous les points d'une surface d'onde S fixe, pourvu qu'on admette que ces centres d'ébranlements ont une avance d'un quart de vibration sur le mouvement existant sur la surface S.

» Ce mode de raisonnement conduit à une conséquence remarquable. Considérons un faisceau convergent et prenons la surface S avant le foyer; les mouvements envoyés par les points de cette surface formeront toutes les ondes successives. Tant que ces ondes sont convergentes, leur propagation s'effectue de la manière connue; mais, si l'on considère une onde qui a dépassé le foyer et qui est devenue divergente, un calcul simple montre que *la vibration sur cette onde est en avance d'une demi-période sur ce qu'elle devrait être d'après la position occupée par l'onde et la vitesse de la lumière*. En d'autres termes, les ondes, en traversant le foyer, prennent une avance d'une demi-ondulation, comme si la propagation, au voisinage du foyer, s'effectuait avec une vitesse plus grande que la valeur normale. Cette avance se produit, moitié avant le foyer géométrique, moitié après, car en ce point lui-même elle est d'un quart de vibration.

» Un calcul analogue montre que, lorsqu'une onde passe par une ligne focale, l'avance produite est moitié moindre; les ondes convergentes non sphériques passant successivement par les deux lignes focales de Sturm, l'avance totale est la même que pour des ondes sphériques.

» Ces conséquences singulières feraient peut-être douter de l'exactitude du principe de Huygens dans le cas actuel, si elles n'étaient vérifiées par

l'expérience. Il résulte de ce qui précède que, dans les phénomènes d'interférences, *lorsque les rayons ont passé par un foyer réel, il faut retrancher une demi-longueur d'onde au chemin parcouru par eux*, ce qui revient à changer le signe de la vibration. Faisons l'expérience des deux miroirs de Fresnel, mais en remplaçant un des miroirs plans par un miroir concave d'assez court foyer, et en recevant les rayons sur les miroirs sous une incidence presque normale. L'un des faisceaux issus de la fente se réfléchit sur le miroir plan et arrive ainsi à l'observateur; l'autre faisceau se réfléchit sur le miroir concave, forme un foyer réel et vient ensuite se superposer au premier. En lumière blanche, la frange centrale sera toujours le lieu des points où les deux rayons interférents ont parcouru des chemins égaux. Dans l'expérience de Fresnel, ces deux rayons arrivent en ce point sans différence de phase, et la frange centrale est blanche; dans notre expérience, le rayon qui passe par le foyer réel doit avoir ses vibrations changées de signe, et *la frange centrale sera noire*, comme dans l'expérience des trois miroirs de Fresnel, où, pour une tout autre raison, il y a aussi un changement de signe (1).

» L'expérience se réalise sans difficulté (2), et, avec un oculaire un peu fort, on voit des franges larges et pures; on constate, sans hésitation possible, que les colorations des franges sont symétriques par rapport à une frange noire incolore, les deux franges brillantes qui la bordent étant déjà fortement irisées en sens inverse. Cette expérience étant fondamentale pour le sujet qui nous occupe, je l'ai répétée avec diverses variantes, en obtenant toujours le même résultat d'une netteté parfaite. Ainsi, *le passage des rayons par un foyer réel produit les mêmes effets qu'un changement de signe des vibrations*. Ce fait confirme les résultats théoriques indiqués plus haut, sans lesquels il serait inexplicable.

---

(1) FRESNEL, *Œuvres*, t. I, p. 703, et MASCART, *Journal de Physique*, 1888. On peut observer aisément les mêmes apparences de franges complémentaires avec un compensateur de Babinet entre deux nicols parallèles ou croisés.

(2) Les deux miroirs sont argentés à la première surface; on peut employer un miroir de $0^m,35$ ou $0^m,40$ de foyer, et placer la fente et l'oculaire près l'un de l'autre, et à $1^m,50$ des miroirs; les deux faisceaux ont alors des intensités sensiblement égales. On projette une image du Soleil sur la fente, qui doit être réduite à une hauteur d'au plus 1^{mm}; car les franges sont un peu courbes, étant centrées sur la droite qui joint le foyer réel d'un des faisceaux au foyer virtuel de l'autre. Il convient, comme d'ordinaire, de ne pas se placer tout près des bords des faisceaux, pour éviter la diffraction et avoir des franges très pures.

» Les ondes sonores et, en général, les phénomènes périodiques auxquels est applicable le principe de Huygens doivent se comporter de même, et il y aurait lieu de rechercher, en partant des équations différentielles, par quel mécanisme s'effectue cette avance de phase aux foyers réels. »

PHYSIQUE. — *Équation caractéristique de l'hydrogène.* Note de M. **Ch. Antoine.**

« D'après les expériences de Regnault, le coefficient de dilatation de l'hydrogène ne varie pas avec la pression.

» Dans la fonction $\beta = A - B\sqrt{p}$, le coefficient B est sinon nul, du moins pratiquement négligeable.

» L'équation caractéristique de l'hydrogène sera

$$pv = D(273 + t), \tag{1}$$

dans laquelle je prendrai, comme première approximation,

$$D = 41,16 + \left(0,0275 - \frac{3t}{100000}\right)p, \tag{2}$$

$$D = 41,16 + \left(0,0362 - \frac{4t}{100000}\right)H, \tag{3}$$

suivant que les tensions seront exprimées en atmosphères p, ou en mètres de mercure H.

» Soit à déterminer le rapport $\frac{v}{v'}$ du volume v sous une tension p, au volume v', occupé par la même masse de gaz, sous la pression atmosphérique et à la même température de 15°.

» Des relations (1) et (2), on déduit, pour $t = t' = 15$,

$$\frac{pv}{p'v'} = \frac{41,16 + 0,02705\,p}{41,16 + 0,02705\,p'};$$

pour $p' = 1$,

$$\frac{pv}{v'} = \frac{41,16 + 0,02705p}{41,19} = 0,9993 + 0,00006567;$$

on a donc pratiquement

$$\frac{v}{v'} = \frac{1}{p} + 0,00006567. \tag{4}$$

» En appliquant la relation (4), on a le Tableau ci-après :

p.	$\frac{1}{p}$	Valeurs de $\frac{v}{v'}$.	
		Formule.	M. Amagat.
1000	0,001000	0,001657	0,001688
1500	0,000667	0,001323	0,001344
2000	0,000500	0,001157	0,001164
2500	0,000400	0,001057	0,001047
3000	0,000333	0,000990	0,000964

» Pour les expériences de M. Amagat qui ont été publiées en 1881, on a, d'après la relation (3), pour les différentes températures expérimentées :

$t = 17,7$ .... $D = 41,16 + 0,03549\,H$
$t = 40,4$ .... $D = 41,16 + 0,03458\,H$
$t = 60,4$ .... $D = 41,16 + 0,03378\,H$
$t = 81,1$ .... $D = 41,16 + 0,03300\,H$
$t = 100,1$ .... $D = 41,16 + 0,03220\,H$

» En portant ces valeurs de D dans la relation (1), c'est-à-dire en les multipliant par $(273 + t)$, on obtient les valeurs normales des produits pv, pour 1^{kg} d'hydrogène.

» Si l'on multiplie ces produits par le coefficient $M = 0,2291$, pour tenir compte des unités adoptées par M. Amagat et de la quantité de gaz qui a été soumise à l'expérience, on a :

$t = 17,7$ .... $pv = 2741 + 2,363\,H$
$t = 40,4$ .... $pv = 2995 + 2,483\,H$
$t = 60,4$ .... $pv = 3153 + 2,580\,H$
$t = 81,1$ .... $pv = 3339 + 2,677\,H$
$t = 100,1$ .... $pv = 3519 + 2,752\,H$

» Soit, comme exemple, la série des expériences qui ont été faites à la température de 81°,1 :

H.	pv. Formule.	pv. M. Amagat.	H.	pv. Formule.	pv. M. Amagat.	H.	pv. Formule.	pv. M. Amagat.
30	3419	3430	140	3714	3710	260	4035	4040
40	3446	3445	160	3767	3775	280	4089	4090
60	3501	3500	180	3821	3830	300	4142	4140
80	3553	3550	200	3874	3870	320	4196	4200
100	3607	3620	220	3928	3930			
120	3660	3665	240	3981	3980			

» Dans les expériences de Regnault sur la compression de l'hydrogène, la température est d'environ 4°.

» Les relations (1) et (3) donnent, pour $t = t' = 4$,

$$\frac{pv}{p'v'} = \frac{41,16 + 0,03604\,H}{41,16 + 0,03604\,H'} = \frac{1142 + H}{1142 + H'}.$$

» On en déduit les résultats ci-après :

Expériences comparées.	H.	H'.	$\frac{pv}{p'v'}$ Formule.	$\frac{pv}{p'v'}$ Regnault.
1-2...........	2,211	4,431	0,99807	0,999854
2-4...........	2,211	10,715	0,99262	0,994676
7-8...........	3,989	7,999	0,99662	0,99758
8-10..........	3,989	13,832	0,99169	0,993206
8-11..........	3,989	20,110	0,98609	0,986857

» On admet d'ordinaire que les écarts de la loi de Mariotte ne sont qu'une conséquence des variations du coefficient de dilatation sous pression constante.

» Le fait est exact lorsque, dans l'équation caractéristique

$$pv = D(\beta + t),$$

le coefficient D reste constant et la fonction β varie avec la pression.

» Pour l'hydrogène, Regnault nous apprend que le coefficient de dilatation sous pression constante reste constant, et, cependant, ce gaz ne suit pas la loi de Mariotte.

» Les expériences de M. Amagat, en permettant de suivre les variations de la fonction D, donnent l'explication de cette anomalie apparente. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur la variation de la température avec l'altitude dans les cyclones et les anticyclones.* Note de M. **Marc Dechevrens**, présentée par M. Mascart.

« Les observations de température prises dans les Alpes sur le passage d'un cyclone et d'un anticyclone, et citées dans la séance du 27 mai dernier par M. Faye, ont plus d'importance qu'il ne paraît au premier abord. M. Hann, de Vienne, en a conclu avec raison que la température ne devait plus être regardée comme la cause de la formation des tourbillons atmosphériques, mais qu'elle en était plutôt l'effet et la conséquence même de leur constitution. C'est aussi la conclusion de M. Hazen, qui a étudié au

même point de vue les observations faites au sommet du mont Washington, aux États-Unis.

» Ces conclusions, l'Académie me permettra de le rappeler, quelque importance qu'on veuille bien leur attribuer aujourd'hui, qu'on doive même leur attribuer à cause de l'autorité des météorologistes distingués dont elles émanent, ne sont point nouvelles, puisque je les ai formulées dès 1886 et 1887, dans deux brochures (*L'inclinaison des vents, avec un Appendice sur les courants verticaux dans les cyclones*; 1886. *Sur les variations de température observées dans les cyclones*; 1887). Or, dès cette époque, j'allais déjà plus loin dans mes conclusions que n'osent le faire aujourd'hui MM. Hazen et Hann; j'indiquais la corrélation des phénomènes de température observés dans le cyclone et l'anticyclone, je formulais la loi de ces variations, je cherchais dans la théorie mécanique de la chaleur leur explication la plus naturelle; enfin, m'appuyant sur des faits parfaitement authentiques et nettement expliqués, j'indiquais à grands traits la constitution des tourbillons atmosphériques, tout en réservant, bien entendu, la question de leur origine première.

» Voici tout d'abord résumées les observations qui firent l'objet de mon étude : ce sont celles de sept stations, choisies dans différentes contrées et échelonnées depuis le niveau de la mer jusqu'à l'altitude de 4300^m; j'y ajouterai comme complément les observations du Sonnblick, publiées par M. Hann postérieurement aux miennes :

		Hiver.					Été.			
		Cyclone.		Anticyclone.		Excès dans l'anticyclone.	Cyclone.		Anticyclone.	
	m	mm	o	o	mm	o	mm	o	o	mm
Zi-ka-wei	7	758	13,4	— 3,5	780	—16,9	...	....	...	...
Tchang-kia-tchouang	30	756	6,2	— 8,8	782	—15,0	...	....	...	...
Puy de Dôme, plaine	388	708	2,3	— 8,9	744	—11,2	715	11,4	7,7	731
Puy de Dôme, montagne	1467	620	— 3,5	1,8	656	5,3	627	— 2,0	10,4	647
Mont Washington	2060	572	—24,7	— 4,7	612	20,0	...	...	....	...
Pic du Midi	2859	520	—14,9	— 4,8	552	10,1	531	— 4,0	8,4	547
Sonnblick	3090	507	—16,0	— 7,7	529	8,3	...	...	...	...
Pike's Peak	4313	432	—32,5	—11,3	460	21,2	447	— 3,3	3,2	455

» Ces variations de la température avec l'altitude dans le cyclone et l'anticyclone, publiées en 1886, se trouvent absolument confirmées par celles que M. Hann a recueillies dans les Alpes en octobre et novembre 1889.

» Si nous avions cherché la température moyenne de la colonne d'air, du niveau de la mer à 4300^m, nous aurions trouvé $-8°,7$ pour le cyclone et $-6°$ pour l'anticyclone, soit une différence de $2°,7$ en faveur de l'anticyclone; dans les Alpes, pour un seul cas particulier, cette différence

a été de 1°,5. Il importe de remarquer, d'abord, que si l'on compare pour chacune des altitudes la température du cyclone et celle de l'anticyclone à la température normale de la même couche en dehors de toute perturbation, on trouve des écarts sensiblement de même valeur, mais en sens opposés, ce qui prouve que l'anomalie, si anomalie il y a, comme on le pensait avant mes publications de 1886 et 1887, n'est pas spéciale à l'anticyclone; ensuite, que si l'on compare la marche des températures dans les couches inférieures de l'air à leur marche dans les couches plus élevées, on s'aperçoit vite que les variations se font en sens contraires : ainsi, dans les séries que j'ai étudiées à Zi-ka-wei, Tchang-kia-tchouang et Puy de Dôme, plaine, le thermomètre monte quand le baromètre baisse, et *vice versa*, tandis qu'à toutes les autres stations supérieures à celles-là la température s'abaisse avec la pression et se relève avec elle. Ce fait est constant; il m'a amené à formuler la loi suivante : *Au niveau de la mer et dans les couches de l'air inférieures à* 1000^m *ou* 1200^m *d'altitude, la température dans un tourbillon varie* EN SENS INVERSE *de la pression, tandis que dans les couches supérieures à cette altitude elle varie* DANS LE MÊME SENS *que la pression; quant à celle-ci, elle est minimum tout le long de l'axe du cyclone et maximum sur le périmètre de la dépression et tout le long de l'axe de l'anticyclone.*

» Il suit manifestement de là que la température dans un tourbillon est indépendante de la pression; celle-ci est une résultante, et, parmi les causes qui la font varier, il faut surtout compter les mouvements verticaux de l'air, d'ascension dans le cyclone tendant à la diminuer, de descente dans l'anticyclone tendant à l'accroître, sans qu'il s'ensuive nécessairement aucune variation de température. Pour que la température s'élève, il faut que l'air soit comprimé, et il l'est par le seul fait que les vents horizontaux de surface sont convergents dans le cyclone jusqu'à une certaine hauteur; ils le sont encore dans les régions élevées au-dessus de l'anticyclone, où les masses aériennes chassées du cyclone vont se rassembler pour opérer leur retour vers le sol : ainsi le pied de l'axe du cyclone et le sommet de l'axe de l'anticyclone sont deux régions à maxima de température. D'autre part, pour que la température s'abaisse, il faut que l'air se dilate; il se dilate de plus en plus en s'élevant dans le cyclone jusqu'au tourbillon générateur et en descendant dans l'anticyclone pour se disperser à la surface du sol : ainsi le sommet de l'axe du cyclone et le pied de l'axe de l'anticyclone sont deux régions à minima de température.

» La place me manque pour détailler toutes ces actions; je me contente

de renvoyer à mes Mémoires de 1886 et 1887 et aux articles que j'ai publiés sur ce sujet dans le *Cosmos*, en 1889. On le voit, les observations des Alpes citées par M. Faye, rapprochées de celles que j'avais étudiées il y a quatre ans, sont pleines de conséquences pour la théorie des tourbillons atmosphériques. Si elles donnent le coup de grâce à la théorie d'Espy, depuis longtemps battue en brèche par d'éminents météorologistes, elles fournissent aussi un argument nouveau et, à mon avis, décisif contre la théorie qui voudrait placer les courants descendants dans le cyclone. J'ai d'ailleurs prouvé, par deux années d'observations directes de la composante verticale des mouvements de l'air faites avec mon clinoanémomètre, l'existence des courants ascendants dans le cyclone et des courants descendants dans l'anticyclone : la question devrait paraître définitivement résolue.

» Quant à la cause de la formation des tempêtes, je me suis abstenu d'en parler; je laisse à l'avenir le soin de l'indiquer. Tout ce qu'on peut dire aujourd'hui, c'est qu'il ne faut la chercher ni tout en bas dans les couches profondes de l'air avoisinant le sol, ni trop haut dans les couches les plus légères touchant aux limites de l'atmosphère; il est plus que probable que ce que j'ai appelé dans mes Mémoires le *tourbillon générateur* doit avoir pour théâtre ces couches moyennes où les mouvements de transport des masses aériennes sont les plus rapides. »

CHIMIE. — *Sur les combinaisons et réactions du gaz ammoniac et du gaz hydrogène phosphoré sur les composés halogènes de l'arsenic*. Note de M. **Besson**, présentée par M. Troost.

« On connaît l'existence d'une combinaison de gaz ammoniac avec le fluorure d'arsenic qu'on peut obtenir en volatilisant le fluorure dans une atmosphère d'ammoniac; la poudre blanche très ténue ainsi obtenue est placée sous une cloche en présence d'acide sulfurique concentré, jusqu'à ce qu'elle ne perde plus d'ammoniac. J'ai déterminé la composition de cette substance en dosant AzH^3 par le procédé Schlœsing et As à l'état de pyroarséniate de magnésie. En voici les résultats :

Poids de substance.		Pour 100 de la matière.	Théorie pour 100 de $2AsFl^3, 5AzH^3$.
$0^{gr},578$	AzH^3....	23,68	24,35
	As......	41,89	42,98
	Fl (diff.).	34,43	32,67

» Ce corps répond donc à la composition $2AsFl^3, 5AzH^3$; décomposé par l'eau, il donne une liqueur faiblement acide, la quantité d'ammoniac qu'il renferme est insuffisante pour saturer les produits de décomposition par l'eau du fluorure d'arsenic.

» La combinaison du chlorure d'arsenic $AsCl^3$ avec le gaz ammoniac a été étudiée par Persoz qui lui a attribué la composition $AsCl^3, 3AzH^3$, puis par Rose qui a donné pour composition $2AsCl^3, 7AzH^3$. J'ai repris cette détermination avec beaucoup de soin, en dosant l'ammoniac et le chlore, et je suis arrivé à la composition représentée par $AsCl^3, 4AzH^3$. Le chlorure d'arsenic étant exposé dans une atmosphère d'ammoniac l'absorbe très rapidement au début; mais la saturation complète est très longue et, pour l'obtenir, il est nécessaire d'agiter et de broyer la substance à plusieurs reprises, en renouvelant l'atmosphère d'ammoniac dans lequel elle est plongée; on expose ensuite sous une cloche en présence d'acide sulfurique concentré, jusqu'à ce qu'il n'y ait plus perte d'ammoniac, et la substance blanche légèrement teintée de jaune que l'on obtient ainsi a été soumise à l'analyse :

	Poids pour 100		
Poids de substance employée.	d'AzH^3.	de Cl.	d'As (par diff.).
0^{gr},710	27,042	»	31,290
1,097	27,033	»	31,299
0,6805	»	41,668	»
Théorie pour 100 de $AsCl^3, 4AzH^3$..	27,254	42,685	30,06
Théorie pour 100 de $2AsCl^3, 7AzH^3$..	24,69	44,19	31,12

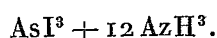
» Les deux analyses d'ammoniac concordent absolument pour faire admettre la composition $AsCl^3, 4AzH^3$; il est vraisemblable que c'est la difficulté qu'on éprouve à saturer complètement la substance qui a conduit à admettre une composition renfermant moins d'ammoniac.

» L'absorption du gaz ammoniac par le bromure d'arsenic a été signalée; elle se fait sans modifier la texture cristalline du bromure; on obtient ainsi un corps solide jaune paille dont j'ai déterminé la composition par la mesure du volume ou du poids d'ammoniac absorbé par un poids déterminé de bromure :

Poids de substance.	Volume d'AzH^3 absorbé (0°; 760^{mm}).	Poids d'AzH^3 pour 100 du produit de la réaction.	Théorie pour 100 de $AsBr^3, 3AzH^3$.
0^{gr},725	149^{cc}	13,66	13,93
0,798	176	14,51	13,93
19,004	Poids d'AzH^3 absorbé : 3^{gr},066	13,89	13,93

» Cette substance répond donc à la composition $AsBr^3, 3AzH^3$; si l'on essaye de la sublimer en tube scellé vers 300°, elle se décompose, il y a mise en liberté d'arsenic, d'azote et formation de bromure d'ammonium.

» L'iodure d'arsenic AsI^3 semble d'abord inaltéré au contact du gaz ammoniac; mais bientôt il l'absorbe, en même temps que sa couleur devient jaune clair et que son volume devient deux à trois fois le volume primitif. A ce moment, le corps perd de l'ammoniac à l'air; on le laisse séjourner en présence d'acide sulfurique concentré, et la substance blanche ainsi obtenue correspond à la composition $AsI^3, 4AzH^3$. Cette combinaison n'est pas le dernier terme de l'absorption de l'ammoniac; elle l'absorbe avec dégagement de chaleur en devenant d'abord jaunâtre et pâteuse; saturée à 0°, la masse devient fluide et correspond sensiblement à



$$AsI^3 + 12 AzH^3.$$

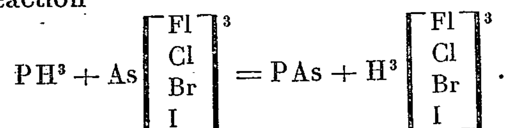
» La combinaison $AsI^3, 4AzH^3$ est décomposable par l'eau en donnant une liqueur faiblement alcaline; dissociable sous l'action de la chaleur, elle commence à perdre de l'ammoniac vers 50°. Si l'on essaye de la sublimer en tube scellé vers 300°, elle se décompose et, dans les produits de la décomposition, on trouve de l'arsenic, de l'azote et de l'iodure d'ammonium.

» Quelques chimistes hésitent à accepter ces combinaisons du gaz ammoniac comme de simples combinaisons moléculaires; les expériences suivantes semblent concluantes à ce point de vue : on sait que l'acide sulfurique est sans action sur le chlorure d'arsenic; si l'on vient à projeter avec précaution, par petites portions, la combinaison ammoniacale du chlorure d'arsenic dans de l'acide sulfurique concentré et froid, une réaction très vive se produit, l'acide s'empare de l'ammoniac avec élévation de température, et le chlorure d'arsenic mis en liberté se rassemble au fond du tube en gouttelettes huileuses.

» De même, la dissolution concentrée d'acide chlorhydrique ne décompose pas l'iodure d'arsenic, et, si l'on vient à traiter la combinaison ammoniacale de l'iodure d'arsenic par l'acide chlorhydrique concentré et bouillant, celui-ci s'emparant de l'ammoniac, l'iodure d'arsenic mis en liberté cristallise par refroidissement.

» Le gaz hydrogène phosphoré PH^3 ne donne pas de combinaison avec les composés halogènes de l'arsenic, mais il réagit énergiquement sur eux; la réaction est parallèle pour ces composés : mise en liberté d'hydracide et production d'un corps solide qui, lavé abondamment à l'eau froide, se présente sous deux aspects différents, une poudre brune très ténue et de

petites écailles ayant l'aspect métallique; ces deux corps, qu'on peut séparer par lévigation, étant desséchés dans le vide sec, puis soumis à l'analyse, présentent des compositions voisines de $PAsO^3$ et $PAsO^6$; ils seraient le résultat de la décomposition par l'eau du phosphure d'arsenic produit dans la réaction



$$PH^3 + As\begin{bmatrix} Fl \\ Cl \\ Br \\ I \end{bmatrix}^3 = PAs + H^3\begin{bmatrix} Fl \\ Cl \\ Br \\ I \end{bmatrix}^3.$$

» Cette réaction se produit même avec $AsFl^3$ refroidi à — 23° et avec $AsCl^3$ refroidi à une température voisine de sa solidification (— 18°). Avec $AsBr^3$ et AsI^3 solides, la réaction n'est que superficielle et, l'hydracide mis en liberté s'unissant à un excès d'hydrogène phosphoré, il se sublime quelques cristaux de PH^4Br et PH^4I. Avec le bromure fondu vers + 30°, la réaction est très vive et donne les mêmes produits que précédemment.

» En résumé, PH^3 en excès donne à la température ordinaire, tout au moins avec le bromure et l'iodure d'arsenic, des produits analogues à ceux qui résultent de la décomposition vers 300° des combinaisons ammoniées correspondantes, avec cette différence que, l'azote étant sans affinité pour l'arsenic, ces deux corps restent isolés, tandis que le phosphore et l'arsenic s'unissent :

$AsBr^3, 3AzH^3$ à 300° donne	AzH^4Br	AsAz
$AsBr^3 + PH^3$ à température ordinaire donne	PH^4Br	As-P
$AsI^3, 4AzH^3$ à 300° donne	AzH^4I	AsAz
$AsI^3 + PH^3$ à température ordinaire donne	PH^4I	As-P

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur un nouveau mode de formation des oxychlorures métalliques cristallisés. Recherches sur les oxychlorures de cuivre.* Note de M. G. Rousseau, présentée par M. Troost.

« 1. Dans une précédente Communication, j'ai décrit un oxychlorure ferrique cristallisé, obtenu en chauffant une dissolution très concentrée de perchlorure de fer en présence d'un carbonate alcalino-terreux. J'ai pensé tout d'abord qu'il n'y avait là qu'un cas particulier d'un mode général de formation des oxychlorures cristallisés. Mais un examen plus attentif montre que l'emploi de cette méthode est restreint à un petit nombre de chlorures.

» Il faut, en effet, que ceux-ci satisfassent à deux conditions essentielles. La première, c'est qu'ils soient extrêmement solubles dans l'eau ou qu'ils forment avec elle des hydrates peu avancés, capables de subir la fusion aqueuse ; sinon on n'obtient que des précipités amorphes, comme il arrive pour les dissolutions de chlorure d'aluminium.

» En second lieu, d'après le principe du travail maximum, la décomposition des chlorures dissous n'est possible qu'autant que la chaleur dégagée par l'union du chlore au métal ne dépasse celle de l'oxyde correspondant que d'une quantité inférieure à $4^{Cal},8$, nombre qui représente la différence entre la chaleur de formation de l'acide chlorhydrique étendu et celle de l'eau liquide ([1]). Il en résulte une nouvelle cause d'élimination pour un grand nombre de chlorures. L'application du nouveau procédé se trouve ainsi limitée aux chlorures d'étain, de titane, d'antimoine, de bismuth, de magnésium, de zinc et de fer.

» Cependant, quelques chlorures métalliques semblent déroger à cette loi. On sait avec quelle facilité l'atacamite se forme dans les conditions les plus variées, bien que l'excès thermique du chlorure cuivrique ($25^{Cal},8$) sur l'oxyde du même métal (19^{Cal}) soit notablement supérieur à $4^{Cal},8$. M. Berthelot a dévoilé la cause de cette anomalie apparente. La formation de l'oxychlorure CuCl, 3CuO correspond à un dégagement de chaleur presque insignifiant ($0^{Cal},6$); mais son hydratation dégage $10^{Cal},9$. C'est l'énergie supplémentaire fournie par la fixation de l'eau sur l'oxyde et le chlorure anhydres qui détermine le sens du phénomène.

» On conçoit d'ailleurs qu'en présence d'une très petite quantité d'eau, l'hydrate du chlorure cuivrique puisse se dissocier plus aisément sous l'action de la chaleur, en formant une dose notable de chlorure anhydre. Dans ces conditions spéciales, on pouvait s'attendre à voir apparaître de nouveaux oxychlorures, correspondant à des équilibres particuliers.

» 2. Ces considérations m'ont amené à étudier la décomposition, entre 150° et 250°, de l'hydrate CuCl, 2HO, qui fond dans son eau de cristallisation un peu au-dessus de 100°. L'hydrate solide, mêlé de fragments de marbre, a été chauffé pendant quarante-huit heures en tubes scellés. Une proportion assez faible du chlorure initial est ainsi changée en un oxychlorure nouveau, différant de l'atacamite par ses propriétés et sa composition chimique. Ce composé est très altérable par l'eau. Il faut donc reprendre la masse par l'alcool bouillant qui dissout le chlorure non transformé. On obtient ainsi des tables hexagonales d'un vert jaunâtre, présentant des

([1]) Berthelot, *Essai de Mécanique chimique*, t. II, p. 568.

extinctions obliques en lumière parallèle. Leur composition correspond exactement à la formule CuCl, CuO, HO, ainsi qu'il résulte des analyses suivantes effectuées sur des échantillons obtenus à diverses températures :

	150°.	200°.	250°.	Calculé.
Cu.........	54,91	54,19	53,87	54,31
Cl.........	30,1	30,29	30,35	30,60
HO........	»	»	7,73	7,76

» La quantité de cristaux d'oxychlorure qu'on recueille après un même temps de chauffe s'accroît rapidement avec la température, ce qui s'explique par la dissociation de plus en plus grande de l'hydrate à mesure que l'énergie calorifique augmente. La dimension des cristaux suit la même loi : à 250° et en présence de magnésie carbonatée naturelle (giobertite), on a obtenu des tables ayant jusqu'à 5^{mm} de long sur 2^{mm} d'épaisseur.

» L'oxychlorure CuO, CuCl, HO perd lentement son eau de constitution au-dessus de 250°. Ainsi déshydratés, les cristaux conservent leur forme primitive et ne paraissent nullement décomposés, comme on le verra plus loin. Au-dessous du rouge sombre, ils subissent une altération beaucoup plus profonde; ils fondent en un liquide noir formé sans doute de chlorure de cuivre liquéfié empâtant l'oxyde.

» L'action de l'eau froide sur le nouvel oxychlorure est digne d'intérêt. Après quelques minutes de contact, on voit les cristaux perdre leur transparence. Leur couleur foncée se change en une teinte d'un vert clair. En même temps, l'eau qui les baigne devient fortement acide et précipite abondamment le nitrate d'argent. Cette mise en liberté d'acide chlorhydrique correspond à une transformation de l'oxychlorure primitif en atacamite. On remarquera que le composé CuO, CuCl, HO renferme moitié moins d'eau que l'atacamite 3CuO, CuCl, 4HO; c'est évidemment la chaleur fournie par cette nouvelle hydratation qui fournit l'énergie nécessaire à sa décomposition. L'oxychlorure déshydraté à 300° reproduit également l'atacamite dès qu'on l'humecte d'eau; il se transforme instantanément en une masse verte colloïdale, qui disparaît dès qu'on agite le liquide, en formant une pseudo-dissolution, limpide par transparence, trouble par réflexion et qui donne un précipité vert pâle dès qu'on l'additionne d'un peu de chlorure alcalin.

» 3. J'ai recherché l'influence de la dilution sur la formation de l'oxychlorure, en mêlant des quantités d'eau progressivement croissantes à l'hydrate CuCl, 2HO. J'ai constaté ainsi qu'avec un liquide dont la composition correspond à CuCl + 4,5HO, on obtient encore, à 100°, l'oxychlo-

rure $CuO, CuCl, HO$. La limite à laquelle ce composé cesse de se former correspond à un degré d'hydratation du chlorure très voisin de $CuCl + 5HO$; elle paraît d'ailleurs légèrement variable avec la température.

» Avec des liquides d'une dilution supérieure, la nature du produit change, et l'on retombe sur l'oxychlorure $3CuO, CuCl, 4HO$. En chauffant trois jours, entre 180° et 200°, une dissolution renfermant $CuCl + 6HO$, j'ai obtenu de l'*atacamite* cristallisée. Les cristaux sont très petits quand on opère en présence du marbre. Mais en remplaçant celui-ci par la giobertite qui s'attaque avec beaucoup plus de lenteur, il se forme de beaux cristaux identiques à ceux de l'atacamite naturelle.

» C'est là un nouveau mode de reproduction artificielle de ce minéral, déjà obtenu par H. Debray dans des conditions différentes. Les cristaux sont d'autant mieux formés que la concentration de la liqueur se rapproche davantage de $CuCl + 6HO$. Avec les dissolutions très étendues, on n'obtient que des poudres amorphes ou mal cristallisées.

» 4. La méthode qui précède est applicable à la préparation des oxybromures cristallisés, probablement aussi à celle des oxyiodures.

» Je me réserve d'en poursuivre l'étude et de chercher à l'étendre à la production de divers sels basiques. Les nitrates, en particulier, dont un certain nombre forment des hydrates peu avancés, fusibles dans leur eau de cristallisation, paraissent devoir fournir une série de composés de cet ordre. La décomposition des nitrates de cuivre hydratés, en présence des carbonates alcalino-terreux, m'a déjà donné des sels basiques cristallisés que je décrirai dans une prochaine Communication [1]. »

CHIMIE. — *Sur la combinaison du pentafluorure de phosphore avec l'acide hypoazotique.* Note de M. **Émile Tassel**, présentée par M. Troost.

« Dans ses derniers travaux sur les composés fluorés du carbone [2], M. Moissan a été conduit à reconnaître que, bien qu'il existât des causes nombreuses d'analogie entre les composés fluorés et les composés chlorés de ce métalloïde, le fluor conservait cependant dans ses combinaisons une individualité particulière. Nous en trouvons un nouvel exemple dans la façon dont le pentafluorure de phosphore se conduit en présence de l'acide hypoazotique. Tandis que le pentachlorure de phosphore, en réagissant sur l'acide hypoazotique, donne naissance à de l'oxychlorure de phosphore et

(1) Ce travail a été fait au laboratoire de Recherches de la Sorbonne.

(2) *Comptes rendus*, t. CX, p. 951.

à des oxychlorures d'azote, le pentafluorure de phosphore ne fournit pas d'oxyfluorures dans ces conditions, mais un composé blanc cristallisé que nous avons obtenu en notable quantité.

» Pour le préparer, nous avons fait passer du gaz pentafluorure de phosphore à travers une série de tubes en U refroidis à — 10°, dans lesquels nous pouvions faire couler lentement l'acide hypoazotique refroidi. Dès que le pentafluorure de phosphore se trouve en contact de l'acide hypoazotique, tout dégagement gazeux cesse à la sortie de l'appareil, la température des tubes s'élève et les parois de verre se recouvrent d'une matière blanche que nous avons étudiée et analysée. Le nouveau composé ainsi obtenu se présente sous forme de cristaux blancs allongés, fumant à l'air et presque toujours souillés par un léger excès d'acide hypoazotique. Pour entraîner ce dernier corps, on soumet la masse cristalline à un vide partiel pendant quelques instants.

» Dans les conditions ordinaires de température et de pression, les cristaux ainsi formés sont déjà en état de dissociation; cette décomposition est activée par une légère élévation de température.

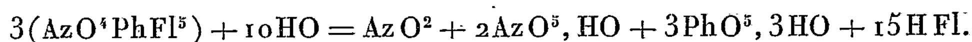
» Ces cristaux, chauffés dans un appareil en platine, ont produit un dégagement continu d'un mélange de gaz hypoazotique et de pentafluorure de phosphore, ainsi que nous l'avons constaté par des analyses. Les vapeurs rouges, obtenues dans cette expérience, proviennent bien du dédoublement de notre composé cristallisé, car elles se produisent encore dans un courant d'acide carbonique parfaitement privé d'oxygène.

» Si l'on effectue cette décomposition dans un tube de verre, les résultats paraîtront différents par suite de la présence d'une petite quantité d'humidité, impossible à éviter. Dans ces conditions, le gaz pentafluorure de phosphore réagit sur le verre, l'attaque en donnant du fluorure de silicium qui se dégage et de l'acide phosphorique retrouvé dans le tube sous forme de petites masses vitreuses.

» Ce composé se dédoublant totalement par la chaleur, en régénérant les deux corps gazeux qui l'ont formé, il semble donc être un produit d'addition du pentafluorure de phosphore et de l'acide hypoazotique.

» Ces cristaux se détruisent de suite au contact de l'eau, ainsi qu'on devait s'y attendre, d'après les propriétés respectives des gaz composants. Nous avons placé une petite quantité de ce corps dans une éprouvette pleine de mercure; par l'addition de quelques gouttes d'eau, il se produit aussitôt un abondant dégagement de bioxyde d'azote. Nous avons pu établir dans la liqueur la présence des acides phosphorique et azotique. Un

titrage acidimétrique de cette liqueur nous a conduit à représenter cette réaction par l'équation



$$3(AzO^4PhFl^5) + 10HO = AzO^2 + 2AzO^5, HO + 3PhO^5, 3HO + 15HFl.$$

» Traité par l'acide sulfurique monohydraté, le corps AzO^4PhFl^5 se détruit en produisant un dégagement de pentafluorure de phosphore sans formation de vapeurs nitreuses. Si, à la solution limpide ainsi obtenue, on ajoute quelques gouttes d'eau, d'abondantes vapeurs nitreuses se dégagent en même temps que la partie supérieure du liquide change de teinte et devient verdâtre.

» En augmentant la quantité d'eau, la liqueur se trouble et l'on obtient par le repos, au bout de quelques heures, un précipité blanc, indécomposable par l'eau et les acides, mais soluble dans l'eau régale. Ce précipité ne contient ni phosphore, ni fluor et ses propriétés le rapprochent du sulfate acide de nitrosyle.

» *Dosage du phosphore.* — Nous avons dosé le phosphore dans le composé AzO^4PhFl^5 en précipitant tout le phosphore à l'état de phospho-molybdate d'ammoniaque; le précipité est lavé, dissous dans un excès d'ammoniaque, et le phosphore précipité de nouveau à l'état de phosphate ammoniaco-magnésien. Nous avons ainsi obtenu les nombres suivants :

17,2 17,5 17,9 Nombre théorique : 18,02.

» *Dosage de l'azote.* — Ce dosage repose sur la décomposition totale du composé, par la chaleur, dans un appareil en verre, avec formation d'acide hypoazotique. Les gaz dégagés, complètement entraînés par un courant d'acide carbonique, sont reçus sur l'eau et traités par la potasse. Le résidu gazeux est entièrement formé de bioxyde d'azote renfermant le tiers de l'azote du corps. On sait en effet que la décomposition de l'acide hypoazotique par l'eau peut se représenter par la formule



$$3AzO^4 + 2HO = AzO^2 + 2AzO^5HO.$$

Nous avons ainsi obtenu les nombres suivants :

7,3 7,8 7,9 Nombre théorique : 8,13.

» En résumé, le pentafluorure de phosphore fournit avec l'acide hypoazotique un composé d'addition AzO^4PhFl^5 et non des produits de substitution comme les composés correspondants du chlore. Du reste, cette réaction ne peut nous étonner, si nous songeons à la grande stabilité du pentafluorure de phosphore. On sait, en effet, que le pentafluorure de

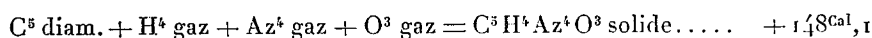
phosphore (¹) ne se décompose qu'à la longue, sous l'action de très fortes étincelles d'induction. Sa résistance aux agents chimiques et physiques doit nous conduire à expliquer la formation de composés d'addition de préférence à la production de composés de substitution (²). »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Chaleur de formation de l'acide urique et des urates alcalins.* Note de M. C. **Matignon**, présentée par M. Berthelot.

« J'ai entrepris, sous la direction de M. Berthelot, l'étude thermochimique de l'acide urique et de ses dérivés.

» On a opéré la combustion dans la bombe calorimétrique, avec les précautions ordinaires, pour des poids compris entre 1^{gr} et 2^{gr}. La chaleur de combustion a été trouvée égale à $2^{Cal},754$, moyenne de quatre déterminations. Ce nombre conduit à $462^{Cal},7$ pour la chaleur de combustion moléculaire à volume constant, et à $461^{Cal},4$ à pression constante.

» La chaleur de formation à partir des éléments est



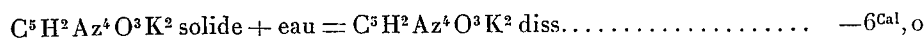
C^5 diam. + H^4 gaz + Az^4 gaz + O^3 gaz = $C^5H^4Az^4O^3$ solide..... $+148^{Cal},1$

» On déduit de ces résultats plusieurs conséquences intéressantes relativement à la production de la chaleur animale, selon qu'il se produit de l'azote libre, ce qui dégage pour 1 molécule d'acide urique $= 168^{gr}$: $+461^{Cal},4$; ou de l'urée et de l'acide carbonique : $+151^{Cal},2$; ou de l'urée et de l'acide oxalique : $+56^{Cal},9$. M. Berthelot a déjà insisté sur ce point, ainsi que sur la diminution produite par la combinaison préalable de l'oxygène au sang dans l'économie.

» *Urates de potasse.* — L'*urate bibasique de potasse* se prépare facilement par le procédé indiqué par Bensch; il faut avoir soin d'éviter l'action de l'acide carbonique. On a vérifié la pureté du sel par l'analyse.

» La chaleur de dissolution dans l'eau a été trouvée variable avec la concentration, entre $-6^{Cal},7$ et $-6^{Cal},3$ à 14°; ce sel s'y dissocie en effet en urate monobasique et potasse.

» La dissolution effectuée dans des solutions de potasse étendues fournit un nombre constant et égal à -6^{Cal}; c'est la vraie chaleur de dissolution de l'urate bibasique à 14°

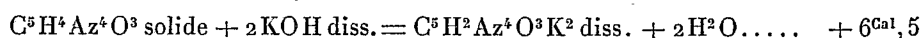


$C^5H^2Az^4O^3K^2$ solide + eau = $C^5H^2Az^4O^3K^2$ diss.................... $-6^{Cal},0$

(¹) Henri Moissan, *Propriétés et préparation du pentafluorure de phosphore* (*Comptes rendus*).

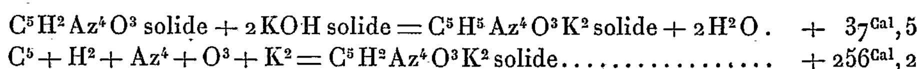
(²) Ce travail a été fait à l'École de Pharmacie de Paris, au laboratoire de M. Moissan.

» L'acide urique se dissout assez rapidement dans un excès de potasse; on a choisi cet excès de façon à arriver au même état final que dans la détermination précédente. Quatre expériences concordantes ont donné



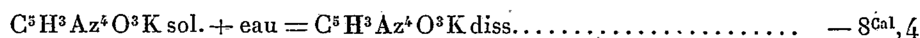
$$C^5H^4Az^4O^3 \text{ solide} + 2KOH \text{ diss.} = C^5H^2Az^4O^3K^2 \text{ diss.} + 2H^2O \ldots\ldots \quad +6^{Cal},5$$

On en déduit



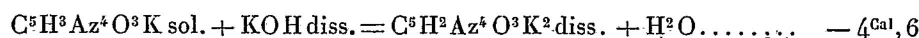
$$C^5H^2Az^4O^3 \text{ solide} + 2KOH \text{ solide} = C^5H^5Az^4O^3K^2 \text{ solide} + 2H^2O \ . \quad +37^{Cal},5$$
$$C^5 + H^2 + Az^4 + O^3 + K^2 = C^5H^2Az^4O^3K^2 \text{ solide} \ldots\ldots \quad +256^{Cal},2$$

» L'*urate monobasique de potasse* a été précipité d'une solution d'urate neutre par un courant d'acide carbonique



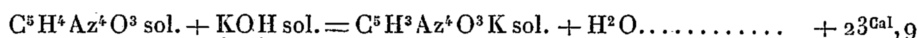
$$C^5H^3Az^4O^3K \text{ sol.} + \text{eau} = C^5H^3Az^4O^3K \text{ diss} \ldots\ldots \quad -8^{Cal},4$$

» En dissolvant cet urate dans un excès convenable de potasse, on a reproduit l'état final des expériences précédentes avec le dégagement de chaleur suivant :



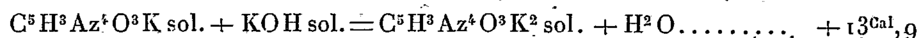
$$C^5H^3Az^4O^3K \text{ sol.} + KOH \text{ diss.} = C^5H^2Az^4O^3K^2 \text{ diss.} + H^2O \ldots\ldots \quad -4^{Cal},6$$

Comme conséquence,



$$C^5H^4Az^4O^3 \text{ sol.} + KOH \text{ sol.} = C^5H^3Az^4O^3K \text{ sol.} + H^2O \ldots\ldots \quad +23^{Cal},9$$

» Sa chaleur de formation est égale à $+207^{Cal}$. Enfin

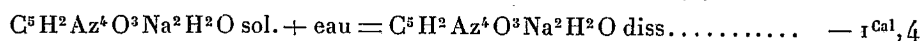


$$C^5H^3Az^4O^3K \text{ sol.} + KOH \text{ sol.} = C^5H^3Az^4O^3K^2 \text{ sol.} + H^2O \ldots\ldots \quad +13^{Cal},9$$

» La chaleur de formation de l'urate monopotassique depuis l'acide et la base solide est à peu près la même que celles des formiate, acétate, benzoate de potasse, c'est-à-dire caractéristique des sels des acides organiques monobasiques d'après M. Berthelot. Mais le deuxième équivalent de potasse ne dégage qu'une quantité de chaleur moitié moindre et comparable à celle du phénate ou du troisième équivalent d'alcali dans le phosphate tribasique, circonstance qui rend compte de la facilité avec laquelle l'urate bibasique est changé par l'eau en urate monobasique.

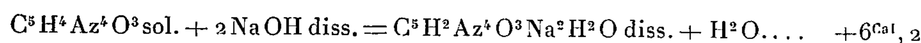
» *Urates de soude.* — La préparation des deux urates de soude est analogue à celle des urates de potasse.

» L'*urate bibasique* desséché dans un courant d'hydrogène à 100° a pour formule $C^5H^2Az^4O^3Na^2H^2O$. Comme le sel analogue de potasse, il se dissocie dans l'eau; sa chaleur de dissolution limite dans la soude est égale à $-1^{Cal},4$



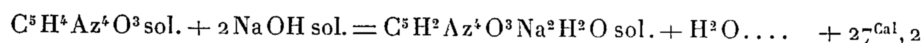
$$C^5H^2Az^4O^3Na^2H^2O \text{ sol.} + \text{eau} = C^5H^2Az^4O^3Na^2H^2O \text{ diss} \ldots\ldots \quad -1^{Cal},4$$

» L'acide urique se dissout dans la soude



$$C^5H^4Az^4O^3 \text{ sol.} + 2\,NaOH \text{ diss.} = C^5H^2Az^4O^3Na^2H^2O \text{ diss.} + H^2O \ldots\ldots \quad +6^{Cal},2$$

par suite,



$$C^5H^4Az^4O^3 \text{ sol.} + 2\,NaOH \text{ sol.} = C^5H^2Az^4O^3Na^2H^2O \text{ sol.} + H^2O \ldots\ldots \quad +27^{Cal},2$$

et pour la chaleur de formation à l'état solide, $310^{Cal},9$.

» En retranchant la chaleur de formation de H^2O, on obtient le nombre $240^{Cal},5$, inférieur à celui de l'urate bibasique de potasse de

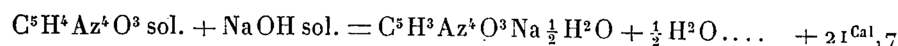
$$15^{Cal},7 = 2 \times 7^{Cal},8,$$

différence caractéristique pour les sels de potasse et de soude d'un même acide.

» L'*urate monobasique de soude* se dépose de sa solution saturée à chaud en gros flocons. L'analyse donne la formule $C^5H^3Az^4O^3Na\frac{1}{2}H^2O$ pour le sel desséché à la température ordinaire ou à 100°.

» Sa chaleur de dissolution dans l'eau est $-8^{Cal},8$. Dissous dans la soude en excès, il se transforme en sel bibasique avec une absorption de chaleur de $-5^{Cal},7$.

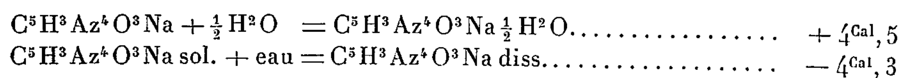
» On déduit de ces nombres



$$C^5H^4Az^4O^3 \text{ sol.} + NaOH \text{ sol.} = C^5H^3Az^4O^3Na\,\tfrac{1}{2}H^2O + \tfrac{1}{2}H^2O \ldots\ldots \quad +21^{Cal},7$$

» La chaleur de formation correspondante est $237^{Cal},6$.

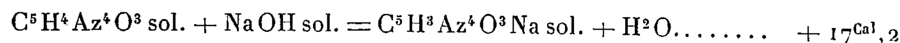
» Desséché à 170°, le sel perd sa demi-molécule d'eau et fournit l'urate monobasique anhydre; sa dissolution dans la soude n'absorbe plus que $-1^{Cal},2$. On en tire les conséquences suivantes :



$$C^5H^3Az^4O^3Na + \tfrac{1}{2}H^2O = C^5H^3Az^4O^3Na\,\tfrac{1}{2}H^2O \ldots\ldots\ldots \quad +4^{Cal},5$$
$$C^5H^3Az^4O^3Na \text{ sol.} + \text{eau} = C^5H^3Az^4O^3Na \text{ diss.} \ldots\ldots\ldots \quad -4^{Cal},3$$

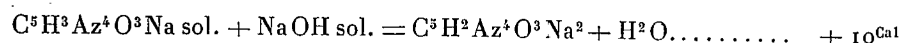
» En comparant ce dernier nombre à celui qui correspond à la dissolution du sel monobasique de potasse, on retrouve la différence de $4^{Cal},1$.

» La chaleur de formation du sel anhydre solide est $198^{Cal},5$ et présente la différence de $8^{Cal},5$ avec celle du sel de potasse. Enfin



$$C^5H^4Az^4O^3 \text{ sol.} + NaOH \text{ sol.} = C^5H^3Az^4O^3Na \text{ sol.} + H^2O \ldots\ldots \quad +17^{Cal},2$$

nombre comparable à la chaleur de formation des acétate et benzoate de soude calculée de la même manière. Au contraire,



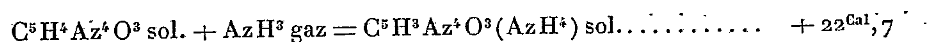
$$C^5H^3Az^4O^3Na \text{ sol.} + NaOH \text{ sol.} = C^5H^2Az^4O^3Na^2 + H^2O \ldots\ldots \quad +10^{Cal}$$

chiffre moitié plus petit et qui rend compte de la décomposition de l'urate bibasique par l'eau.

» La chaleur de formation de l'urate monobasique de soude donne lieu

à une remarque intéressante au point de vue physiologique. En effet, l'acide urique doit décomposer les phosphates de soude tri- et bibasiques avec des dégagements de chaleur de $4^{Cal},9$ et $0^{Cal},5$, en donnant naissance au phosphate monobasique appelé *acide*. Cette prévision est conforme aux expériences; ce serait là une des causes de l'acidité des urines.

» *Urate d'ammoniaque.* — On le prépare en versant de l'ammoniaque en excès dans une solution d'eau chaude tenant en suspension l'acide urique. Sa chaleur de combustion est égale à 530^{Cal}; sa chaleur de formation est 183^{Cal}, et l'on a



$$C^5H^4Az^4O^3 \text{ sol.} + AzH^3 \text{ gaz} = C^5H^3Az^4O^3(AzH^4) \text{ sol.} \ldots\ldots\ldots\ldots \quad +22^{Cal},7$$

» L'acide bibasique n'a pu être obtenu : ce qui est d'accord avec les considérations précédentes. La chaleur même dégagée par l'union de l'acide urique solide et de l'ammoniaque gazeuse est voisine de la chaleur de formation des formiate, acétate, benzoate, etc. d'ammoniaque cristallisés : confirmation nouvelle du caractère monobasique de l'acide urique. En réalité, les urates monobasiques sont les vrais sels normaux de cet acide, comparables à ceux des acides organiques monobasiques à fonction simple et nettement définie.

» Les urates bibasiques sont, au contraire, semblables, quant au deuxième équivalent basique, soit aux phénates, soit aux phosphates tribasiques : ils sont de même décomposés par l'action de l'eau et des acides les plus faibles, circonstances demeurées jusqu'ici inexpliquées, mais dont la théorie thermochimique rend parfaitement compte. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Chloralimide et son isomère; transformation isomérique réversible.* Note de MM. **Béhal** et **Choay**, présentée par M. Friedel.

« Dans une Note que nous avons eu l'honneur de présenter à l'Académie (*Comptes rendus*, t. CIX, p. 817), nous avons montré que le chloralammoniaque donne naissance sous l'influence de la chaleur à une série de corps, parmi lesquels nous avons pu isoler la chloralimide et la didéhydrotrichlorodioxypipérazine.

» La présente Note a pour but de signaler une isomère de la chloralimide et de montrer la transformation isomérique de ces corps l'un dans l'autre.

» Lorsque l'on opère la décomposition du chloralammoniaque par la chaleur, en se servant comme agent de déshydratation du chloral anhydre, on observe la production simultanée de la chloralimide et de son isomère.

» Voici comment il convient d'opérer pour obtenir ces deux corps et

pour les séparer. On mélange 500gr de chloralammoniaque et 200gr de chloral anhydre; on distille au bain-marie de façon à recueillir 100gr de chloroforme. A partir de ce moment, on continue l'opération dans le vide au bain-marie tant qu'il passe du produit à la distillation. Dans cette seconde partie de l'opération, il distille surtout de l'hydrate de chloral.

» Le résidu contenu dans le ballon est chauffé au bain-marie avec son poids d'alcool à 95°, puis mis à refroidir pendant vingt-quatre heures. La masse est essorée à la trompe; le liquide sirupeux qui s'écoule renferme l'isochloralimide. La masse cristallisée restée sur l'entonnoir est constituée par de la chloralimide.

» Le liquide huileux qui a été extrait au moyen de la trompe est additionné d'alcool et d'eau de façon à produire un précipité; on l'abandonne ensuite à lui-même pendant sept à huit jours. Au bout de ce temps, on essore le dépôt cristallin; on le lave à l'alcool, et on le reprend par quatre fois son poids d'alcool à 90° bouillant. Les cristaux qui se déposent au bout de vingt-quatre heures sont repris à nouveau par cinq fois leur poids d'alcool à 90° bouillant.

» Après une série de cristallisations, on obtient un corps qui fond à 103°-104°. Ce composé donne à l'analyse les mêmes nombres que la chloralimide [1]. En présence de ce résultat, nous avons dû chercher la grandeur moléculaire de ces deux composés. En employant la méthode du retard dans la congélation de M. Raoult, et nous servant de benzine comme dissolvant, nous avons obtenu pour le poids moléculaire de la chloralimide : 430; pour celui de son isomère : 434-435.

» Pour la formule triple de celle que nous avions adoptée primitivement, il faut $M = 439,5$.

» L'isochloralimide est plus soluble que son isomère dans tous les dissolvants organiques; elle est insoluble dans l'eau et fond à 103°-104°. Les acides minéraux la décomposent à froid en sel ammoniacal correspondant et en chloral. Le chlorure de platine occasionne de même son dédoublement, en donnant du chloroplatinate d'ammoniaque. Ce composé est aussi sensible à l'action des bases qu'à celle des acides. En effet, si on le chauffe avec les alcalis, on obtient une forte odeur de carbylamine et un dégagement d'ammoniaque avec formation de formiate et de chloroforme.

» Ces diverses propriétés montrent qu'il est difficile de le transformer sans le détruire par les réactifs ordinaires. Nous avons réussi cependant

---

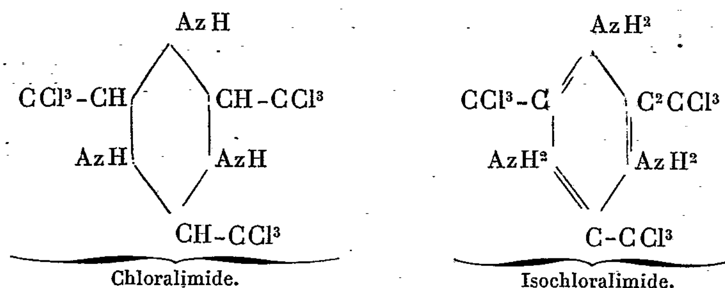
(1) Les analyses seront données dans un Mémoire destiné aux *Annales de Physique et de Chimie*.

à transformer l'isochloralimide en chloralimide et à effectuer la transformation inverse. Voici comment : si l'on chauffe pendant quarante-huit heures en tube scellé, à la température du bain-marie, l'isochloralimide avec le chlorure de méthyle, on observe, après évaporation de l'iodure alcoolique, que le résidu, recristallisé dans l'alcool, présente le point de fusion 169°, la composition et les propriétés de la chloralimide; inversement, si l'on additionne une solution de chloralimide dans le chloroforme de 3 molécules de brome, on remarque, après élimination du dissolvant, que le résidu, lavé avec une solution aqueuse de bicarbonate de soude, puis cristallisé dans l'alcool, présente le point de fusion 104°, la composition et les propriétés de l'isochloralimide.

» Les chlorures d'acides réagissent sur ces deux composés en donnant naissance au même dérivé. Les composés ainsi formés sont très stables. Nous reviendrons sur ce sujet dans une Note prochaine.

» Voici maintenant les formules de constitution qui nous paraissent devoir représenter le mieux les propriétés de ces deux corps.

» Dans l'un et dans l'autre, le retour au chloral ayant lieu sous les influences hydratantes les plus faibles, il faut admettre que dans le composé $C^6Cl^9H^6Az^3$, les trois groupes dérivés du chloral sont unis par l'azote. En ne tenant compte que de la saturation respective des atomes d'azote, et en ne faisant pas intervenir les isoméries dans l'espace, on ne peut construire que deux schémas :



Chloralimide. Isochloralimide.

» Le premier représenterait la chloralimide, le second son isomère.

» Nous attribuons le second schéma à l'isochloralimide pour les raisons suivantes : ce corps renfermant des groupes amidogènes AzH^2 doit être plus soluble dans la plupart des véhicules que son isomère qui ne renferme que des groupes imidogènes, ce qui est conforme aux faits. De plus, il existe une réaction qualitative qui tend à faire admettre des groupes AzH^2 dans l'isochloralimide, c'est la suivante; si on la chauffe avec un alcali, en solution aqueuse, on observe une odeur extrêmement nette de

carbylamine. Comme d'une part ce corps fournit du chloroforme par l'action des alcalis, on conçoit que, renfermant des groupes amidogènes, il puisse donner naissance à une carbylamine. Nous n'avons pas pu, du reste, isoler ce dernier corps.

» Il est bon de faire remarquer que cette migration si facile de l'hydrogène, quand il est lié à l'azote, permet de comprendre la scission des dérivés diazoamidés pour lesquels M. Friedel et l'un de nous ont proposé des formules de constitution qui reçoivent un appui sérieux de ces expériences.

» La chloralimide avec la nomenclature de M. Bouveault prendrait le nom de *tertrichlorométhyle-triazidine* 1, 3, 5, et nous proposons, en adoptant cette nomenclature, de désigner sous le nom de *triazidiniums* les composés analogues à l'isochloralimide; ce composé possède, en effet, des azotes à fonction pentatomique [1].

» Il porterait alors le nom de *tertrichlorométhyle-triazidinium* 1, 2, 3. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur une falsification de l'huile de lin.* Note de M. A. **Aignan**.

« L'huile de lin destinée au broyage des couleurs et à la fabrication des peintures est généralement falsifiée par une addition d'*huile de résine*, dont le prix est trois à quatre fois moindre que celui de l'huile de lin pure. Les peintures contenant de l'huile de résine adhèrent mal et se fendillent dans tous les sens. Il serait important de posséder une méthode permettant de déceler et de doser l'huile de résine, soit dans une huile de lin du commerce, soit dans une peinture, la céruse en particulier.

» Cette recherche de l'huile de résine peut se faire facilement, grâce au pouvoir rotatoire [2] que possède cette substance et qu'elle communique aux liquides dans lesquels elle peut se trouver.

---

(1) Travail fait au laboratoire de M. Friedel.

(2) Dans une Note précédente (*Comptes rendus*, t. CIX, 1889), les nombres indiqués comme représentant les rotations produites par les huiles de résine sous une épaisseur de 20^{cm} donnent seulement la position de l'alidade du polarimètre. En réalité, si l'on désigne par $[\alpha]_D$ les valeurs absolues des angles précédemment considérés, les rotations véritables sont $180 - [\alpha]_D$ et, par conséquent, droites, ainsi qu'on le vérifie en répétant les mesures dans un tube de 10^{cm}. D'ailleurs, cette remarque ne change rien aux formules données pour le dosage de l'huile de résine mélangée à l'essence de térébenthine.

» *Pouvoir rotatoire de l'huile de lin.* — Certains auteurs ont récemment attribué à l'huile de lin un faible pouvoir rotatoire vers la gauche. Ayant expérimenté sur des huiles de lin pures, fabriquées dans le département des Landes, à Hagetman, j'ai constaté que le pouvoir rotatoire de ces huiles était nul, ainsi que l'avaient fait connaître d'anciennes déterminations.

» 1° *Essai d'un mélange d'huile de lin et d'huile blanche de résine.* — Un pareil mélange fait tourner à droite le plan de polarisation d'un angle très sensiblement proportionnel à la quantité d'huile de résine qu'il contient. Si l'on désigne par $[\alpha]_D$ la rotation observée sous une épaisseur de 20^{cm} et par h le poids de l'huile de résine contenue dans un poids 100 du mélange, on a

Pour le mélange	d'huile de lin et d'huile de résine raffinée ..	$[\alpha]_D = + \frac{14}{15} h$
»	d'huile de lin et d'huile blanche de choix...	$[\alpha]_D = + \frac{17}{15} h$
»	d'huile de lin et d'huile fine rectifiée	$[\alpha]_D = + \frac{21}{15} h$

» Le premier mélange est celui que l'on rencontre le plus fréquemment. Il suffira dans la pratique de mesurer $[\alpha]_D$ au polarimètre et d'évaluer h en huile de résine raffinée d'après la formule

$$h = [\alpha]_D \frac{15}{14}.$$

» Les huiles en question étant fortement colorées, il vaudra mieux opérer dans un tube de 10^{cm} et calculer h par la formule

$$h = \alpha_D \frac{15}{7}.$$

» 2° *Essai d'une peinture.* — Pour faire la recherche de l'huile de résine dans une peinture commerciale, on opère de la manière suivante :

» *a.* On met dans un flacon une certaine quantité de peinture, on ajoute de l'éther, on agite, puis on laisse déposer. L'éther, ayant dissous l'huile, surnage. On remplit le tube du polarimètre de la dissolution éthérée. Si la rotation observée est nulle, il n'y a pas d'huile de résine dans la peinture examinée. Dans le cas contraire, soit $[\alpha]_D$ la rotation vers la droite mesurée sous l'épaisseur de 20^{cm}, une étude du pouvoir rotatoire des dissolutions éthérées d'huile de résine et d'huile de lin additionnée d'huile de résine m'a montré qu'on pouvait calculer la proportion d'huile de résine par la formule

$$h = \frac{[\alpha]_D}{43'}.$$

» *b*. On introduit dans un flacon un poids p_1 de dissolution éthérée; on chauffe au bain-marie à 100°, de manière à chasser l'éther; l'huile, qui bout seulement vers 300°, reste dans le flacon; soit p_2 son poids. On détermine ainsi la proportion $\frac{p_1}{p_2} \times 100 = h_1$ pour 100 d'huile (huile de lin et huile de résine) contenue dans la solution éthérée examinée au polarimètre.

» Si $h_1 = h$, on peut en conclure que la peinture contenait de l'huile de résine sans huile de lin.

» Dans le cas le plus général, le nombre h_1 est plus grand que h; alors $\frac{h}{h_1} \times 100$ sera le tant pour cent d'huile de résine contenue dans l'huile de lin ayant servi à fabriquer la peinture analysée. »

ZOOLOGIE. — *Sur la glande de l'oreillette* (Paludina vivipara) *et la glande néphridienne* (Murex brandaris). Note de M. **L. Cuénot**, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« M. Rémy Perrier, dans son travail sur le rein des Prosobranches [1], a décrit dans l'oreillette de la *Paludina vivipara* un stroma glandulaire qu'il fait rentrer dans la catégorie des glandes vasculaires sanguines, chargées, soit d'accumuler des matériaux de réserve, soit de produire les globules du sang.

» La présente Note est le résumé de recherches que j'ai entreprises pour déterminer avec précision le rôle de cet organe.

» Comme M. Perrier l'a décrit très exactement, la paroi de l'oreillette, au lieu d'être fort mince, comme d'habitude, acquiert une épaisseur considérable, la cavité centrale étant par contre fort réduite; elle est recouverte extérieurement d'un épithélium cubique, au-dessous duquel se trouve une épaisse zone musculo-conjonctive bourrée de noyaux; du côté interne, cette zone est en contact direct avec le sang et est traversée par quelques muscles longitudinaux sans importance. En dissociant la paroi après l'action de l'acide osmique, du picrocarmin et de la glycérine, on peut constater que les noyaux du stroma sont en voie de se transformer en amibocytes; un nombre considérable d'entre eux sont entourés des granules réfringents

(1) *Recherches sur l'anatomie et l'histologie du rein des Gastéropodes prosobranches* (*Ann. Sc. nat.*, 7e série, t. VIII; 1889).

caractéristiques des amibocytes mûrs, et prêts à passer dans la cavité de l'oreillette : rien n'est plus net comme glande lymphatique. La fixation au liquide de Flemming montre les mêmes faits avec plus de précision encore, à cela près que les granules réfringents sont peu distincts. J'ai cherché à voir comment se reproduisaient les noyaux, en colorant par le violet d'Ehrlich suivant la méthode de Bizzozero : je n'ai pas vu une seule mitose indiscutable, tandis qu'abondaient les phases de division directe par étranglement.

» J'ai décrit précédemment (1), chez la *Paludina vivipara*, une autre glande lymphatique, logée dans l'épaisseur des branchies (rachis branchial); j'ai pu m'assurer que les produits de celle-ci et de la glande de l'oreillette sont identiques, et que les deux organes sont actifs en même temps. C'est un dualisme très singulier, dont il existe un cas presque identique chez les Crustacés décapodes (2), l'une des glandes se trouvant dans les branchies, l'autre étant appendue au péricarde (poches péricardiques), qui joue physiologiquement le rôle d'une oreillette.

» Dans le même travail, M. R. Perrier décrit également avec soin un autre organe vasculaire, la glande néphridienne, placée à côté du rein chez la grande majorité des Prosobranches normaux; cette glande, comme je l'ai vérifié, se compose de deux parties : 1° des tubes ciliés, plus ou moins ramifiés, qui débouchent dans la cavité du rein droit; 2° une masse de tissu conjonctif entourant ces tubes et rappelant beaucoup par sa texture la glande auriculaire de la *Paludina*; les nombreuses lacunes sanguines qui parcourent ce tissu communiquent largement avec l'oreillette. M. R. Perrier homologue d'ailleurs, sous le nom de *glande hématique*, le tissu de la glande auriculaire et celui de l'organe néphridien; je ne m'occuperai pas de cette intéressante question de morphologie, n'ayant en vue que la fonction de l'organe.

» J'ai étudié la glande néphridienne seulement chez un type, le *Murex brandaris*; c'est dire que mes conclusions ne prétendent aucunement être générales. Dissocié après l'action de l'acide osmique, du picrocarmin et de la glycérine, le tissu glandulaire (je laisse de côté les tubes ciliés, qui ont évidemment une signification excrétrice) se montre formé d'un réseau fi-

---

(1) *Études sur le sang*, etc., IIe Partie : *Invertébrés* (*Arch. Zool. exp.*, 2e série, t. VII; 1889. *Notes et Revue*, p. 1).

(2) *Sur les glandes lymphatiques des Céphalopodes et des Crustacés décapodes* (*Comptes rendus*, t. CVIII, n° 16, 23 avril 1889).

breux, bourré de noyaux et de cellules. Les noyaux n'évoluent certainement pas en amibocytes; ils paraissent être des noyaux conjonctifs assez indifférents, devant remplacer vraisemblablement les cellules que je vais décrire, lorsque celles-ci sont usées et meurent. Les cellules, très nombreuses, sont fort grandes (10 μ à 25 μ), ovoïdes ou sphériques, limitées par une fine membrane très visible, et renferment un noyau central, à chromatine très condensée; la cavité cellulaire est remplie de gros granules réfringents, jaune verdâtre sur le vivant, que l'analyse microchimique fait reconnaître pour des granules protéiques : sur le vivant, ils absorbent vivement la fuchsine et deviennent rouges; ils se colorent en gris par l'acide osmique; ils restent très nets dans toutes les préparations fixées au sublimé ou aux acides (liquide de Flemming); dans les coupes, ils n'absorbent que très peu les couleurs d'aniline, orange III, vert de méthyle ou safranine.

» Ces cellules ne sont point un élément caractéristique de la glande néphridienne; on les retrouve partout où il y a du tissu conjonctif, dans la paroi de l'oreillette, dans les branchies, dans le manteau, les piliers rénaux, etc.; seulement, elles sont accumulées en nombre considérable dans cet organe.

» L'examen histologique de la glande néphridienne du *Murex brandaris* nous porte à croire que ce n'est aucunement un organe lymphatique; c'est simplement un organe de réserve, différenciation particulière du tissu conjonctif, accumulant dans ses cellules des matières protéiques [1]. »

BOTANIQUE. — *Recherches sur les bourgeons multiples.* — Note de M. **William Russell**, présentée par M. Duchartre [2].

« La présence de plusieurs bourgeons à l'aisselle d'une même feuille a été maintes fois signalée par les botanistes et, néanmoins, peu de recherches ont été faites en ce qui concerne leur anatomie et leur développement. Aussi est-on peu d'accord sur la nature de ces bourgeons, que, d'après leur disposition, on a nommés *bourgeons collatéraux* et *bourgeons*

---

(1) Ce travail a été fait au laboratoire de Zoologie de la Faculté des Sciences de Nancy; les *Murex brandaris* proviennent de la station maritime de Banyuls (laboratoire Arago).

(2) Ce travail a été fait au laboratoire de Botanique de la Sorbonne, dirigé par M. le professeur G. Bonnier.

superposés. D'après les uns, ils naîtraient indépendamment les uns des autres aux dépens d'un tissu spécial situé dans l'aisselle foliaire; d'après les autres, ils résulteraient de la bipartition successive d'un bourgeon unique, etc. Or, si l'on suit le développement, on voit que, toujours, ces bourgeons multiples sont de génération différente. Au début, il n'y a formation que d'un seul bourgeon, que l'on peut considérer comme le bourgeon axillaire normal, et ce n'est qu'ultérieurement, lorsque ce dernier aura produit ses premières feuilles, qu'apparaîtra à sa base un premier bourgeon, qui, au bout d'un laps de temps plus ou moins long, sera suivi d'un deuxième, celui-ci d'un troisième, et cela indéfiniment; c'est ce que l'on peut observer aisément en coupant les bourgeons successifs à mesure qu'ils se forment, ou simplement en enlevant le bourgeon terminal; c'est toujours de la base d'un bourgeon déjà formé que naîtra le bourgeon suivant.

» Les bourgeons multiples commencent toujours la spirale foliaire; aussi, dans les plantes à feuilles opposées, on trouve un bourgeon entre le bourgeon axillaire et la tige, et un autre de même génération du côté de l'aisselle foliaire (*Hypericum, Mercurialis*, etc.); mais, comme leur position est en relation avec celle du bourgeon axillaire, il s'ensuit que, lorsque celui-ci se formera aux dépens de la base du pétiole, les ramifications situées du côté de la tige se développeront seules (*Olea, Lonicera*, etc.), tandis que ce sera le contraire quand ce bourgeon prendra naissance sur la tige même (*Sambucus, Vitex*, etc.).

» L'étude anatomique montre que les bourgeons multiples sont reliés vasculairement les uns aux autres, le cylindre central de l'un se détachant de celui qui le précède, comme le cylindre central d'un rameau se détache de celui d'un autre rameau.

» Mais comme ils constituent des ramifications très précoces, il arrive fréquemment que les divers cylindres centraux se séparent les uns des autres presque au même niveau, de sorte que, en coupe transversale, il semblerait que les faisceaux de la tige passent directement dans le dernier bourgeon (*Rubus, Forsythia*, etc.).

» Très souvent aussi, le bourgeon axillaire, formé de très bonne heure, subit un entraînement vers le haut, de sorte que les ramifications successives sont échelonnées le long de la tige entre l'axillaire et le pétiole ou bien restent au niveau de l'insertion du pétiole, tandis que l'axillaire est situé beaucoup plus haut (*Gleditschia*, Vrille de la Vigne, *Juglans regia*, *Aristolochia Sipho*, etc.); les coupes longitudinales montrent néanmoins

que les cylindres centraux de ces différents bourgeons sont reliés les uns aux autres. Les bourgeons multiples jouent un grand rôle comme bourgeons de remplacement; ainsi, ils servent à continuer la ramification de la tige lorsque le bourgeon axillaire se transforme en vrille (*Vitis*, *Passiflora*, *Brunnichia*, *Cardiospermum*, etc.), lorsqu'il devient une épine (*Maclura*, *Cratægus*, *Celastrus*, etc.) ou bien lorsqu'il se transforme en pédoncule floral (*Viola*, *Hibiscus*, etc.); dans certains cas, ils servent à compléter des inflorescences (*Chenopodium*, *Vitex*, nombreuses Labiées, *Faba*, etc.); chez certaines plantes, dont la tige aérienne meurt l'hiver, c'est au moyen de bourgeons multiples situés à l'aisselle des feuilles de la base que la plante peut émettre au printemps de nouveaux rejets aériens (Papilionacées, *Aristolochia*). Enfin, chez beaucoup d'arbres, ces bourgeons restent à l'état de bourgeons dormants ne se développant en branches que dans certaines circonstances (*Virgilia*, *Calycanthus*, *Carpinus Betulus*, etc.).

» Un dernier fait intéressant à noter en ce qui concerne les bourgeons multiples, c'est qu'ils sont le plus souvent dépourvus de feuille axillante; celle-ci, lorsqu'elle existe, est réduite à l'état d'écaille, souvent non vasculaire.

» En résumé :

» *Les bourgeons multiples, naissant les uns des autres et étant reliés vasculairement les uns avec les autres, doivent être considérés comme des ramifications normales.* »

BOTANIQUE. — *De l'influence exercée par l'époque de l'abatage sur la production et le développement des rejets de souches dans les taillis.* Note de M. E. Bartet, présentée par M. Dehérain.

« Toutes nos espèces forestières dites *feuillues* possèdent, comme on le sait, la faculté de rejeter de souche, quand on coupe leur tige au niveau du sol, avec les précautions convenables : c'est sur cette faculté qu'est basé le mode d'exploitation en taillis, que l'on applique en France à des millions d'hectares de forêts.

» On sait aussi que les forestiers distinguent deux catégories de rejets : 1° les *proventifs*, qui sont dus à l'évolution de bourgeons normaux et préexistants à l'exploitation; 2° les *adventifs*, qui proviennent de bourgeons accidentels, engendrés de toutes pièces par l'assise cambiale après l'exploitation du végétal. Les rejets proventifs ont une assiette plus solide et ils

assurent la multiplication des individus beaucoup mieux que les adventifs.

» En général, on coupe les taillis entre la fin de l'automne et le 15 avril; mais il est aussi des cas où on les exploite bien au delà de cette date, alors qu'ils sont en pleine foliaison.

» Il y aurait donc un intérêt pratique évident à connaître exactement l'influence que l'époque de l'abatage exerce sur la production et le développement des rejets de souches.

» Dans une première série d'expériences exécutées sur ce sujet, et dont je vais brièvement rendre compte, j'ai adopté comme époques d'abatage le milieu des mois de mars, avril, mai, juin, juillet et août (l'influence des autres saisons sera étudiée dans une autre série de recherches, qui est en cours d'exécution).

» Le champ d'expériences est situé aux environs de Nancy, dans un canton de taillis à sol peu profond (environ $0^m,20$ d'épaisseur) reposant sur les bancs calcaires du plateau oolithique de Haye (380^m d'altitude).

» Les souches soumises aux observations sont au nombre total de 638, dont 278 pour le Chêne (rouvre et pédonculé), 240 pour le Charme et 120 pour le Hêtre. Elles n'étaient dominées par aucun arbre voisin. Les tiges qui les ont fournies avaient, pour la plupart, 35 ans.

» Dans les nombreuses constatations qui ont été effectuées sur le terrain, pendant deux ans, après l'abatage des tiges, j'ai spécialement étudié les questions suivantes : *époque de l'apparition des rejets; aptitude des souches à rejeter; nombre et nature des rejets* (*proventifs* ou *adventifs*); enfin, *hauteur du maître-rejet de chaque souche*.

» Voici, à ces divers points de vue, les principaux faits que j'ai relevés :

» 1° Quand la coupe est exécutée au milieu de mars ou d'avril, presque toutes les souches de Chêne et de Charme aptes à rejeter deviennent fertiles avant la fin du mois de juin. Au contraire, si la coupe est différée jusqu'à la fin d'août, c'est seulement au printemps de l'année suivante qu'apparaissent les premiers rejets de ces deux essences.

» Les souches de Hêtre, qui produisent principalement des rejets adventifs, sont plus lentes à rejeter que celles de Charme et de Chêne.

» Il suffit d'exploiter le Hêtre au milieu d'août pour rendre les souches incapables d'émettre des rejets avant le printemps de l'année suivante.

» 2° L'époque de l'abatage semble avoir peu d'effet sur la proportion des souches qui demeurent privées de rejets. Cependant, on peut considérer l'exploitation du milieu d'août comme donnant, à ce point de vue, les résultats les plus défavorables pour les trois essences étudiées.

» 3° L'époque de l'exploitation n'exerce pas d'influence marquée sur le nombre moyen des rejets par souche fertile de Chêne et de Charme. Chez le Hêtre, au contraire, les différences sont très accentuées : c'est la coupe en juin qui, de beaucoup, favorise le plus l'émission des rejets, tandis que la fécondité minima des souches correspond aux exploitations faites en août et mars.

» 4° Pour le Chêne, l'époque de l'abatage est également sans effet sur la nature des rejets, ceux-ci étant, sauf de très rares exceptions, toujours proventifs. Au contraire, pour le Charme et le Hêtre, mais surtout pour cette dernière essence, la coupe en pleine foliaison (mai à août) augmente le nombre moyen des rejets adventifs par souche fertile et accroît la proportion des souches portant uniquement des rejets de cette espèce.

» Les adventifs sont en nombre maximum sur les souches de Charme quand on coupe en juillet, et sur celles de Hêtre quand on coupe en juin. En général, les souches de Hêtre engendrent un peu plus de rejets adventifs que de proventifs, tandis que, sur les souches de Charme, les proventifs sont environ huit fois plus nombreux que les adventifs.

» 5° Considérée à la fin de l'année qui suit celle de l'abatage, la hauteur des maîtres-rejets est naturellement très inégale, selon l'époque de l'abatage. Pour les trois essences étudiées, le maximum de hauteur correspond à la coupe en avril, et le minimum à l'exploitation du milieu d'août.

» 6° Si l'on prend comme terme de comparaison la taille des rejets de deux ans provenant de la coupe en avril, on constate que l'on peut, sans s'exposer à un préjudice sensible, retarder l'exploitation des taillis de Chêne jusqu'au 15 mai, tandis que la coupe du Charme, à cette époque de l'année, entraîne déjà une perte de 20 pour 100. Pour le Chêne lui-même, le préjudice devient notable dès qu'on attend le mois de juin pour effectuer l'exploitation.

» En définitive, si l'on tient compte des différents aspects sous lesquels j'ai étudié la question des rejets de souches, et si l'on n'envisage que la portion de l'année comprise entre le 15 mars et le 15 août, on arrive à cette double conclusion :

» Pour l'abatage des taillis de Chêne, Charme et Hêtre, l'époque la plus défavorable est le milieu du mois d'août. L'époque la plus avantageuse est, au contraire, le milieu d'avril; mais on peut ranger à peu près sur la même ligne les mois de mars et mai pour le Chêne, et celui de mars pour le Charme.

» Je tiens, d'ailleurs, à rappeler que mes expériences ont été effectuées sur un sol superficiel et dans un climat assez rude. Or, en pareille matière, les deux facteurs sol et climat doivent jouer un rôle très important, et il est permis de penser qu'on arriverait à des constatations non identiques aux miennes si l'on se plaçait sur un sol profond et dans un climat plus doux que celui de la Lorraine. Aussi j'estime que, jusqu'à plus amples recherches, il faut s'abstenir de généraliser les propositions énoncées plus haut et qu'il convient d'en limiter strictement l'application aux milieux présentant des conditions analogues à celles dans lesquelles j'ai opéré. »

PHYSIOLOGIE. — *Influence de la transfusion péritonéale du sang de chien sur l'évolution de la tuberculose chez le lapin.* Note de MM. **J. Héricourt** et **Ch. Richet**, présentée par M. A. Richet.

« Nous avons démontré précédemment (¹) que, si l'on fait une infusion péritonéale de sang de chien à un lapin, il acquiert une immunité plus ou moins grande contre certaines infections (²).

» La série suivante d'expériences prouve que, pour la tuberculose, l'infusion préalable intra-péritonéale de sang de chien augmente la résistance des lapins. Ne pouvant entrer dans le détail de ces expériences, nous nous bornerons à en donner les résultats.

» Nos inoculations tuberculeuses ont été faites à trois séries différentes:

Première série (20 novembre 1888)....	4 lapins dont 3 témoins
Deuxième série (26 novembre 1888)...	15 lapins dont 9 témoins
Troisième série (13 avril 1890)........	18 lapins dont 9 témoins

soit un total de 37 lapins, sur lesquels 21 témoins et 16 transfusés.

» Au bout d'un mois et demi, dans chacune des trois séries, il n'y avait pas de confusion possible entre l'état de santé des témoins et celui des transfusés. Les témoins étaient tous d'une maigreur extrême, avec les apophyses vertébrales saillantes, diarrhéiques, le poil hérissé et de piteuse

(¹) *Comptes rendus*, séance du 5 novembre 1888, t. CVII, p. 748.

(²) Notre expérience a été faite avec le *Staph. pyosepticus*. M. Charrin a mentionné récemment une expérience de M. Bouchard, dans laquelle la transfusion de sang de chien a accru la résistance des lapins à l'injection par le *Bacillus pyocyaneus* (séance du 7 juin 1890, à la *Soc. de Biologie*).

apparence, tandis que les transfusés, sauf une ou deux exceptions, paraissaient tout à fait indemnes. On les distinguait sans hésitation en deux groupes, et toutes les personnes à qui nous les avons montrés ne s'y trompaient jamais.

» La mortalité, deux mois environ après l'inoculation, était la suivante

Première série.....	1 tém. mort.	2 tém. viv.	1 transf. vivant.
Deuxième série.....	4 tém. morts.	5 tém. viv.	1 transf. mort. 5 transf. vivants.
Troisième série....	2 tém. morts.	7 tém. viv.	9 transf. vivants.

soit

Sur 21 témoins.............	7 morts tuberculeux
Sur 16 transfusés...........	1 »

Autrement dit, en rapportant la mortalité à 100, elle a été de 33 pour 100 pour les témoins et de 6 pour 100 pour les transfusés.

» L'examen des poids (que nous avons pris presque quotidiennement) donne aussi des notions précises, toutes en faveur de la santé des transfusés.

» Soient les trois lots de lapins ayant au moment de l'inoculation un poids égal à 100; le poids de chacun de ces lots était deux mois environ après l'inoculation :

	Transfusés.	Témoins.
Première série.............	175	94
Deuxième série............	117	78
Troisième série............	128	81

et, en réunissant les trois lots, de manière à leur donner leur valeur relative d'après le nombre des lapins inoculés, nous avons :

Transfusés........	127	Témoins..........	80

» Ces expériences se rapportent à un assez grand nombre de lapins pour qu'elles soient considérées comme démonstratives, excluant l'hypothèse d'un hasard heureux.

» Il est vrai que les lapins de la première et de la deuxième série ont fini par mourir tous de tuberculose, aussi bien les transfusés que les témoins. Mais l'expérience n'en est pas moins démonstrative, non certes au point de vue de l'immunité totale contre la tuberculose, mais au point de vue d'un retard apporté à son évolution.

» Nous croyons donc avoir prouvé que l'injection péritonéale de sang de chien à des lapins ralentit la marche de la tuberculose expérimentale ([1]). »

PHYSIOLOGIE. — *De la dose antiseptique et de la dose antipeptique de diverses substances*. Note de M. **Andrea Ferranini**, présentée par M. A. Richet.

« J'ai entrepris, dans le laboratoire de Physiologie de la Faculté de Médecine de Paris, sous la direction de M. Ch. Richet, quelques expériences relatives à la comparaison de la dose *antiseptique* et de la dose *antipeptique* de diverses substances. J'appelle dose *antipeptique* la dose qui, rapportée à un litre de liquide, empêche la transformation de la fibrine du sang en peptone par l'action de la pepsine chlorhydrique.

» Pour avoir un liquide peptique très actif, et constamment égal à lui-même, je me suis servi d'une infusion de la muqueuse stomacale du porc. En faisant digérer une muqueuse pendant vingt heures à 38° environ, avec 500^{cc} d'une solution chlorhydrique répondant à 5^{gr} de HCl par litre, on obtient la dissolution presque complète de la muqueuse, et le liquide filtré, très riche en pepsine, peut servir aux digestions artificielles. Quant à la fibrine qui devait être digérée, on reconnaissait sa digestion ou non-digestion, selon qu'elle donnait ou non un précipité par l'acide azotique concentré.

» Voici les résultats de mes recherches; l'effet est différent suivant que le liquide digestif employé est normal (infusion d'une muqueuse stomacale dans 500^{cc} d'eau avec 5 pour 1000 de HCl) ou dilué. (On peut le diluer dans vingt fois son poids d'eau, sans abolir son activité peptonisante.)

Liquide normal.

Antipeptiques à 1 pour 1000	Protochlorure et bichlorure de mercure, phénol.
Antipeptiques à 30 pour 1000	Naphtol-α, thymol, chloral, résorcine.
Non antipeptiques même à 50 pour 1000	Iodoforme, acide borique, sulfate de quinine, terpine, iodol, naphtol-β.

Liquide dilué à $\frac{1}{20}$.

Antipeptiques à 10 pour 1000	Thymol, saccharine.
Antipeptiques à 50 pour 1000	Salol, acide salicylique.
Non antipeptiques même à 50 pour 1000	Sulfate de quinine, menthol, terpine, iodoforme, acide borique, naphtol-β.

([1]) Travail du laboratoire de Physiologie de la Faculté de Médecine de Paris.

» Dans une autre série de recherches, j'ai essayé de comparer la dose antipeptique des divers alcools, et j'ai pu constater que la puissance antipeptique des alcools est d'autant plus grande que leur poids moléculaire est plus élevé. Ainsi, à la dose de 100^{gr} par litre, les alcools butylique, amylique et propylique empêchent la peptonisation de la fibrine par le liquide digestif normal, tandis que les alcools méthylique et éthylique sont, à cette dose, sans effet. Il faut diluer le liquide digestif pour voir l'action antipeptique de l'alcool éthylique à 100^{gr} par litre.

» La bière et le vin blanc ne troublent pas la digestion même d'un liquide digestif vingt fois dilué, tandis que sur ce même liquide dilué le vin rouge paralyse la digestion à la dose de 500^{gr} par litre, le vin de Marsala à la dose de 200^{gr} par litre. Le café, le thé et le chlorure de sodium ne paralysent la digestion par le liquide dilué qu'à la dose de 200^{gr} par litre.

» Enfin j'ai observé le fait suivant, intéressant pour l'histoire chimique du suc gastrique, c'est qu'en diluant le suc gastrique (pepsine et HCl), on n'a pas les mêmes effets qu'en diluant simplement la pepsine et en ajoutant HCl au liquide dilué. Avec une pepsine très diluée, une dose de HCl égale à 5 pour 1000 est presque antipeptique, tandis que cette même dose de HCl est très favorable à la digestion quand le liquide digestif est riche en pepsine.

» Il semble qu'il y aura intérêt pour les médecins qui cherchent aujourd'hui à faire de l'antisepsie stomacale et de l'antisepsie intestinale à connaître la valeur antipeptique des antiseptiques qu'ils emploient ([1]). »

M. **Hermann Fol** adresse, par l'entremise de M. *de Lacaze-Duthiers*, une Note ayant pour titre « Sur la ressemblance entre époux. »

L'auteur croit pouvoir déduire de ses observations les conclusions suivantes :

1° Les couples s'unissent en suivant la règle des conformités et non pas celle des contrastes :

2° La ressemblance entre époux âgés n'est pas un fait acquis par l'effet de la vie conjugale, car cette ressemblance existe déjà au moment du mariage, à peu près dans les mêmes proportions que dans les vieux ménages.

La séance est levée à 4 heures trois quarts. J. B.

([1]) Travail du laboratoire de Physiologie de la Faculté de Médecine de Paris.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 9 juin 1890.

Leçons sur la théorie des surfaces; par M. Gaston Darboux. Troisième Partie. 1er fascicule. Paris, Gauthier-Villars et fils, 1890; in-8°.

L'Anthropologie; par MM. Cartailhac, Hamy, Topinard. Tome I, nos 1, 2, 3. Paris, G. Masson, 1890; in-8°.

Bulletin de la Société archéologique scientifique et littéraire de Béziers (Hérault); 2e série, tome XIII. Béziers, Granié et Malinas, 1886; in-8°.

Étude historique et géographique sur Domrémy, pays de Jeanne d'Arc; par J.-Ch. Chapelier. Saint-Dié, L. Humbert; br. in-8°.

Association française pour l'avancement des Sciences. Compte rendu de la 18e session, 1889. Seconde Partie. Paris, G. Masson, 1890; in-8°.

Thirty-ninth, forty-first, forty-second annual Report of the Trustees of the State Museum of natural History for the years 1885, 1887, 1888. Albany, the Troy press Company printers, 1889; in-8°.

Bulletin of the United States fish Commission, vol. VII, 1887. Washington, 1889; in-8°.

Semitic Philosophy; par Philip-C. Friese. Chicago, S.-C. Griggs, 1890; in-12.

Register of the University of California, 1889-1890. Berkeley, 1890; in-8°.

Transactions of the twentieth and twenty-first annual meetings of the Kansas Academy of Science (1887-1889), vol. XI. Topeka, 1889; in-8°.

Memoirs of the national Academy of Sciences, vol. IV, Part 2. Washington, 1889; in-4°.

Proceedings of the California Academy of Sciences, second series, vol. II, 1889. San Francisco, 1890; in-8°.

Den Norske nordhavs-expedition, 1876-1878, XIX; *Zoologi, actinida ved* G.-C. Danielssen. Christiania, Grondahl et Sons, 1890; in-folio.

Smithsonian contributions to Knowledge, vol. XXVI. Washington, 1890; in-4°.

Observations de Poulkova, publiées par Otto Struve, vol. VIII. Saint-Pétersbourg, 1889; in-4°.

Zum 50-jährigen Bestehn der Nicolai-Hauptsternwarte. Saint-Petersburg, 1889; in-4°.

De la rotation de la Terre sous l'influence des actions géologiques. Mémoire présenté à l'observatoire de Poulkova, par L.-V. Schiaparelli. Saint-Pétersbourg, 1889; br. in-8°.

Ouvrages reçus dans la séance du 16 juin 1890.

La Révolution chimique, Lavoisier; par M. Berthelot, Sénateur, Secrétaire perpétuel de l'Académie des Sciences, Professeur au Collège de France. Paris, Félix Alcan, 1890; in-8°.

Les phares : histoire, construction, éclairage; par E. Allard. Paris, J. Rothschild, 1889; in-8°.

Annales du musée d'Histoire naturelle de Marseille, publiées sous la direction du Professeur A.-F. Marion, Correspondant de l'Institut.

Zoologie. — Travaux du laboratoire de Zoologie marine, 1886-1889, Tome III. Marseille, J. Cayer, 1889; in-4°. (Présenté par M. de Lacaze-Duthiers.)

Leçons de Clinique chirurgicale; par le Dr Péan, Membre de l'Académie de Médecine. Paris, Félix Alcan, 1890; in-8°. (Présenté par M. Richer.)

Nivellement général de la France, répertoire graphique, 1re livraison, publié par le Ministère des Travaux publics. Paris, J. Marchadier et Cie, 1889; in-4°. (Présenté par M. Lévy.)

Manuel de l'Inspecteur des viandes; par L. Villain et V. Bascou. Paris, Georges Carré, 1890; in-8°. (Présenté par M. le baron Larrey.) (Renvoyé au concours Bellion de 1891.)

Système de la nature; par un Étudiant de 90 ans, C. H. Nancy, Berger-Levrault et Cie, 1890; in-8°.

Memoirs of the national Academy of Sciences. Vol. IV, Part 2. Washington, Government printing Office, 1889; in-4°.

On souscrit à Paris, chez GAUTHIER-VILLARS ET FILS,
Quai des Grands-Augustins, n° 55.

Depuis **1835** les **COMPTES RENDUS** hebdomadaires paraissent régulièrement le *Dimanche*. Ils forment, à la fin de l'année, deux volumes in-4°. Deux Tables, l'une par ordre alphabétique de matières, l'autre par ordre alphabétique de noms d'Auteurs, terminent chaque volume. L'abonnement est annuel et part du 1er janvier.

Le prix de l'abonnement est fixé ainsi qu'il suit :

Paris : **20** fr. — Départements : **30** fr. — Union postale : **34** fr. — Autres pays : les frais de poste extraordinaires en sus.

On souscrit, dans les Départements,

	chez Messieurs :		chez Messieurs :
Agen	Michel et Médan.	*Lorient*	Gosse. Mme Texier.
Alger	Gavault St-Lager. Jourdan. Ruff.	*Lyon*	Beaud. Georg. Mégret. Palud. Vitte et Perussel.
Amiens	Hecquet-Decobert.	*Marseille*	Millaud.
Angers	Germain et Grassin. Lachèse et Dolbeau.	*Montpellier*	Calas. Coulet.
Bayonne	Jérôme.	*Moulins*	Martial Place.
Besançon	Jacquard.	*Nancy*	Sordoillet. Grosjean-Maupin. Sidot frères.
Bordeaux	Avrard. Chaumas. Vincent. Muller (G.).	*Nantes*	Loiseau. Mme Veloppé.
Bourges	David.	*Nice*	Barma. Visconti et Cie.
Brest	Lefournier. F. Robert. J. Robert. Ve Uzel Caroff.	*Nîmes*	Thibaud.
Caen	Baër. Massif.	*Orléans*	Luzeray.
Chambéry	Perrin.	*Poitiers*	Blanchier. Druineaud.
Cherbourg	Henry.	*Rennes*	Plihon et Hervé.
Clermont-Ferr...	Rousseau. Ribou-Collaye.	*Rochefort*	Boucheron-Rossignol.
Dijon	Lamarche. Ratel. Damidot.	*Rouen*	Langlois. Lestringant.
Douai	Lauverjat. Crépin.	*St-Étienne*	Chevalier.
Grenoble	Drevet. Gratier.	*Toulon*	Bastide. Rumèbe.
La Rochelle	Robin.	*Toulouse*	Gimet. Privat.
Le Havre	Bourdignon. Dombre.	*Tours*	Boisselier. Péricat. Suppligeon.
Lille	Ropiteau. Lefebvre. Quarré.	*Valenciennes*	Giard. Lemaître.

On souscrit, à l'Étranger,

	chez Messieurs :		chez Messieurs :
Amsterdam	Robbers. Feikema Caarelsen et Cie.	*Londres*	Dulau. Nutt.
Athènes	Wilberg.	*Luxembourg*	V. Bück.
Barcelone	Verdaguer. Piaget.	*Madrid*	Fuentès et Capdeville. Librairie Gutenberg. Gonzalès e hijos. Yravedra. F. Fé.
Berlin	Asher et Cie. Calvary et Cie. Friedlander et fils. Mayer et Müller.	*Milan*	Dumolard frères. Hœpli.
Berne	Schmid, Francke et Cie.	*Moscou*	Gautier.
Bologne	Zanichelli et Cie.	*Naples*	Furcheim. Marghieri di Gius. Pellerano.
Bruxelles	Ramlot. Mayolez. Falk.	*New-York*	Christern. Westermann.
Bucharest	Haimann. Ranisteanu.	*Odessa*	Rousseau.
Budapest	Kilian.	*Oxford*	Parker et Cie.
Cambridge	Deighton, Bell et Co.	*Palerme*	Clausen.
Christiania	Cammermeyer.	*Porto*	Magalhaès.
Constantinople	Lorentz et Keil.	*Prague*	Rivnac.
Copenhague	Höst et fils.	*Rio-Janeiro*	Garnier.
Florence	Læscher et Seeber.	*Rome*	Bocca frères. Loescher et Cie.
Gand	Hoste.	*Rotterdam*	Kramers et fils.
Gênes	Beuf.	*Stockholm*	Samson et Wallin.
Genève	Cherbuliez. Georg. Stapelmohr.	*St-Pétersbourg*	Librairie Française. Wolff.
La Haye	Belinfante frères.	*Turin*	Bocca frères. Brero. Clausen. Rosenberg et Sellier.
Lausanne	Benda. Payot.	*Varsovie*	Gebethner et Wolff.
Leipzig	Barth. Brockhaus. Lorentz. Max Rübe. Twietmeyer.	*Vérone*	Drucker.
Liège	Brandt. Gnusé.	*Vienne*	Frick. Gerold et Cie.
		Zürich	Meyer et Zeller.

TABLES GÉNÉRALES DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES :

Tomes **1er** à **31**. — (3 Août 1835 à 31 Décembre 1850.) Volume in-4°; 1853. Prix .... **15 fr.**
Tomes **32** à **61**. — (1er Janvier 1851 à 31 Décembre 1865.) Volume in-4°; 1870. Prix .... **15 fr.**
Tomes **62** à **91**. — (1er Janvier 1866 à 31 Décembre 1880.) Volume in-4°; 1889. Prix .... **15 fr.**

SUPPLÉMENT AUX COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES :

Tome I : Mémoire sur quelques points de la Physiologie des Algues, par MM. A. Derbès et A.-J.-J. Solier. — Mémoire sur le Calcul des Perturbations qu'éprouvent les Comètes, par M. Hansen. — Mémoire sur le Pancréas et sur le rôle du suc pancréatique dans les phénomènes digestifs, particulièrement dans la digestion des matières grasses, par M. Claude Bernard. Volume in-4°, avec 32 planches; 1856 .... **15 fr.**

Tome II : Mémoire sur les vers intestinaux, par M. P.-J. Van Beneden. — Essai d'une réponse à la question de Prix proposée en 1850 par l'Académie des Sciences pour le concours de 1853, et puis remise pour celui de 1856, savoir : « Étudier les lois de la distribution des corps organisés fossiles dans les différents terrains sédimentaires, suivant l'ordre de leur superposition. — Discuter la question de leur apparition ou de leur disparition successive ou simultanée. — Rechercher la nature des rapports qui existent entre l'état actuel du règne organique et ses états antérieurs », par M. le Professeur Bronn. In-4°, avec 27 planches; 1861... **15 fr.**

A la même Librairie les **Mémoires** de l'Académie des Sciences, et les **Mémoires** présentés par divers Savants à l'Académie des Sciences.

N° 24.

TABLE DES ARTICLES. (Séance du 16 juin 1890.)

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

NOMINATIONS.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

CORRESPONDANCE.

PARIS. — IMPRIMERIE GAUTHIER-VILLARS ET FILS,
Quai des Grands-Augustins, 55.

1890

PREMIER SEMESTRE.

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES
DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

TOME CX.

N° 25 (23 Juin 1890).

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS ET FILS, IMPRIMEURS-LIBRAIRES

DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

Quai des Grands-Augustins, 55.

1890

RÈGLEMENT RELATIF AUX COMPTES RENDUS,

ADOPTÉ DANS LES SÉANCES DES 23 JUIN 1862 ET 24 MAI 1875.

Les *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie* se composent des extraits des travaux de ses Membres et de l'analyse des Mémoires ou Notes présentés par des savants étrangers à l'Académie.

Chaque cahier ou numéro des *Comptes rendus* a 48 pages ou 6 feuilles en moyenne.

26 numéros composent un volume.

Il y a deux volumes par année.

ARTICLE 1er. — *Impression des travaux de l'Académie.*

Les extraits des Mémoires présentés par un Membre ou par un Associé étranger de l'Académie comprennent au plus 6 pages par numéro.

Un Membre de l'Académie ne peut donner aux *Comptes rendus* plus de 50 pages par année.

Les communications verbales ne sont mentionnées dans les *Comptes rendus*, qu'autant qu'une rédaction écrite par leur auteur a été remise, séance tenante, aux Secrétaires.

Les Rapports ordinaires sont soumis à la même limite que les Mémoires; mais ils ne sont pas compris dans les 50 pages accordées à chaque Membre.

Les Rapports et Instructions demandés par le Gouvernement sont imprimés en entier.

Les extraits des Mémoires lus ou communiqués par les correspondants de l'Académie comprennent au plus 4 pages par numéro.

Un Correspondant de l'Académie ne peut donner plus de 32 pages par année.

Dans les *Comptes rendus*, on ne reproduit pas les discussions verbales qui s'élèvent dans le sein de l'Académie; cependant, si les Membres qui y ont pris part désirent qu'il en soit fait mention, ils doivent rédiger, séance tenante, des Notes sommaires, dont ils donnent lecture à l'Académie avant de les remettre au Bureau. L'impression de ces Notes ne préjudicie en rien aux droits qu'ont ces Membres de lire, dans les séances suivantes, des Notes ou Mémoires sur l'objet de leur discussion.

Les Programmes des prix proposés par l'Académie sont imprimés dans les *Comptes rendus*, mais les Rapports relatifs aux prix décernés ne le sont qu'autant que l'Académie l'aura décidé.

Les Notices ou Discours prononcés en séance publique ne font pas partie des *Comptes rendus*.

ARTICLE 2. — *Impression des travaux des Savants étrangers à l'Académie.*

Les Mémoires lus ou présentés par des personnes qui ne sont pas Membres ou Correspondants de l'Académie peuvent être l'objet d'une analyse ou d'un résumé qui ne dépasse pas 3 pages.

Les Membres qui présentent ces Mémoires sont tenus de les réduire au nombre de pages requis. Le Membre qui fait la présentation est toujours nommé; mais les Secrétaires ont le droit de réduire cet Extrait autant qu'ils le jugent convenable, comme ils le font pour les articles ordinaires de la correspondance officielle de l'Académie.

ARTICLE 3.

Le *bon à tirer* de chaque Membre doit être remis à l'imprimerie le mercredi au soir, ou, au plus tard, le jeudi à 10 heures du matin; faute d'être remis à temps, le titre seul du Mémoire est inséré dans le *Compte rendu* actuel, et l'extrait est renvoyé au *Compte rendu* suivant, et mis à la fin du cahier.

ARTICLE 4. — *Planches et tirage à part.*

Les *Comptes rendus* n'ont pas de planches.

Le tirage à part des articles est aux frais des auteurs; il n'y a d'exception que pour les Rapports et les Instructions demandés par le Gouvernement.

ARTICLE 5.

Tous les six mois, la Commission administrative fait un Rapport sur la situation des *Comptes rendus* après l'impression de chaque volume.

Les Secrétaires sont chargés de l'exécution du présent Règlement.

Les Savants étrangers à l'Académie qui désirent faire présenter leurs Mémoires par MM. les Secrétaires perpétuels sont priés de les déposer au Secrétariat au plus tard le Samedi qui précède la séance, avant 5h. Autrement la présentation sera remise à la séance suivante

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 23 JUIN 1890,

PRÉSIDENCE DE M. HERMITE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Ministre de l'Instruction publique** adresse une ampliation du Décret par lequel M. le Président de la République approuve l'élection de M. *Bischoffsheim* à la place d'Académicien libre, devenue vacante par suite du décès de M. *Cosson*.

Il est donné lecture de ce Décret.

Sur l'invitation de M. le Président, M. **Bischoffsheim** prend place parmi ses Confrères.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Sur l'éclipse partielle de Soleil du 17 juin.* Note de M. **J. Janssen.**

« Je pense que l'Académie apprendra avec satisfaction que M. de la Baume envoyé par l'observatoire de Meudon, à Candie, avec une mission du Ministre de l'Instruction publique, a réussi dans ses observations. J'ai reçu en effet, de M. le Consul de France à la Canée, un télégramme qui m'informe que le temps a été favorable, et qu'on a pu obtenir des photographies de l'anneau et de son spectre ([1]).

» La mission de M. de la Baume se rapportait aux deux chefs suivants :

» 1° Obtenir de l'éclipse, pendant la phase annulaire, une série de photographies sur plaques argentées pouvant se prêter à des mesures de diamètres des astres en conjonction. Pour cet objet, M. de la Baume emportait une excellente lunette construite par M. Steinheil, de Munich, et donnant des images solaires de 10^{cm} de diamètre. Cette lunette nous avait servi en 1874, pour l'observation du passage de Vénus.

» 2° Obtenir le spectre photographique de l'anneau, au moment où celui-ci est réduit à une très petite épaisseur.

» L'objet de cette observation était de voir si le spectre de l'extrême bord du disque solaire présente les bandes de l'oxygène.

» On sait que le spectre solaire, même pour les régions circumzénithales, contient les raies de l'oxygène. C'est la présence de l'oxygène de notre atmosphère qui produit ce phénomène; et il est si accusé qu'il serait difficile de décider si une portion du phénomène ne pourrait être attribuée à l'action de l'atmosphère solaire. Il existe, il est vrai, tout un ensemble de moyens qui pourraient conduire à la solution de cette importante question. Mais parmi ces moyens figure l'observation des bandes obscures de l'oxygène. En effet, ces bandes ne se montrent dans le spectre solaire que quand l'astre est à moins de 10° de l'horizon. Il en résulte que, quand le Soleil est élevé, si le spectre du bord de l'astre, c'est-à-dire des points où l'action de son atmosphère doit être la plus forte, montre les bandes en question, on sera en droit d'attribuer leur présence à celle de l'oxygène de l'atmosphère de notre astre central.

» Or une éclipse annulaire fournit un moyen facile et sûr d'obtenir le

([1]) Voir page 1317.

spectre du bord du disque solaire, et c'était là précisément l'objet principal des observations dont M. de la Baume avait bien voulu se charger, à notre demande.

» D'après le télégramme cité plus haut, il est permis d'espérer que la mission de M. de la Baume aura pleinement réussi.

» A Meudon, nous avions pris les dispositions pour obtenir des photographies avec l'appareil qui donne des images solaires de 30^{cm} de diamètre.

» Le temps, comme on le sait, n'a pas été favorable; mais je désire attirer de nouveau l'attention de l'Académie sur l'intérêt que peuvent présenter des photographies d'éclipses solaires partielles, quand elles sont assez parfaites pour montrer les granulations de la surface de l'astre éclipsé.

» Voici, à cet égard, ce que je disais à propos de l'éclipse du 19 juillet 1879, observée à Marseille :

» On voit qu'on obtient actuellement, par la Photographie, la granulation de la surface solaire. Supposons donc qu'on ait pris une large épreuve d'éclipse partielle où cette granulation soit bien visible. Si le globe lunaire est absolument dépouillé de toute couche gazeuse, la granulation solaire conservera ses formes et son aspect jusqu'au bord occultant lunaire. Si, au contraire, une couche gazeuse de quelque importance se trouve interposée, elle agira dans les conditions les plus favorables pour produire des déformations par réfraction. L'existence et la valeur de ces déformations des éléments granulaires au bord occultant de la Lune deviendront, dans ces circonstances, des criteriums très sûrs de la présence de la densité de cette atmosphère. (*Comptes rendus*, t. LXXXIX, p. 341; 1879.)

» Cette étude a été réalisée pendant l'éclipse partielle du 17 juin 1882, et j'ai l'honneur de mettre sous les yeux de l'Académie un positif de verre obtenu avec un cliché pris dans cette circonstance.

» On voit sur cette photographie la granulation de la surface solaire conserver sa netteté et sa définition jusqu'au bord lunaire (il y a seulement près du bord de la Lune un peu plus de lumière qu'à 10″ ou 20″ plus loin, et cette lumière va rapidement en diminuant d'intensité; c'est un effet sur lequel il y aura à revenir).

» Il y a là une nouvelle preuve de la rareté excessive de l'atmosphère lunaire, si cette atmosphère existe.

» J'ai remarqué, d'après ce qui a été rapporté par le *New-York Herald* des observations faites à Nice, qu'il y aurait eu une quinzaine de secondes de différence pour l'entrée, entre les observations de MM. Perrotin et Charlois. Si cette différence existe réellement, elle ne me surprendrait pas, sachant par expérience combien il est difficile d'apprécier le moment où le

disque solaire est touché par celui de la Lune. Mais ceci me conduit à rappeler aux astronomes combien le revolver photographique donnerait une solution facile et sûre de la question. Une dizaine d'images prises aux instants prévus des contacts d'entrée et de sortie permettrait d'obtenir ces contacts à une seconde près, et par là de nous donner d'excellents éléments de correction pour nos Tables. »

HYDRODYNAMIQUE. — *Théorie du régime permanent graduellement varié qui se produit près de l'entrée évasée d'un tuyau de conduite, où les filets fluides n'ont pas encore acquis leurs inégalités normales de vitesse;* par M. J. BOUSSINESQ.

« I. Passons au cas des écoulements tourbillonnants ou tumultueux [1] qui s'observent dans les courants de grandes dimensions transversales. Alors, d'une part, le coefficient ε des frottements intérieurs devient variable, de la forme $\rho g A \frac{\sigma}{\chi} u_0 F\left(\frac{\chi y}{\sigma}, \frac{\chi z}{\sigma}\right)$, où A désigne une constante pour chaque degré moyen de rugosité des parois sur le *contour mouillé* χ de la section normale σ, u_0 la moyenne des vitesses observées le long de ce contour aux petites distances perceptibles de la paroi, enfin, F une fonction sensiblement réductible à 1 dans les sections rectangulaires larges et à $\frac{R}{\sqrt{y^2+z^2}}$ ou $\frac{R}{r}$ dans les sections circulaires de rayon R, mais qui dépend, en général, de la forme de σ; d'autre part, le frottement extérieur par unité d'aire, aux divers points du contour mouillé χ, prend l'expression $\rho g B u^2$, où B désigne un coefficient, croissant (encore plus que A) avec le degré de rugosité, et u la vitesse d'écoulement dans le voisinage aux distances perceptibles de la paroi, vitesse dont on suppose le rapport à sa valeur moyenne u_0 le long du contour mouillé χ exprimé, comme F, pour chaque forme de section, par une fonction déterminée f de $\frac{\chi y}{\sigma}$ et de $\frac{\chi z}{\sigma}$. Dans ces conditions, l'équation indéfinie (2) est remplacée par celle-ci,

$$(2\,bis)\qquad A\frac{\sigma}{\chi}u_0\left[\frac{d}{dy}\left(F\frac{du}{dy}\right)+\frac{d}{dz}\left(F\frac{du}{dz}\right)\right]+I=\frac{u'}{g};$$

[1] Voir les précédents *Comptes rendus*, pages 1160 et 1238. — A la page 1241, ligne 11, *ajouter* : « Il faudrait aussi pouvoir tenir compte de l'imperfection de l'évasement du tube à son entrée »; à la page 1243, formule (2), au lieu de dt lire $d\tau$.

de plus, la condition relative au contour mouillé devient $\mathcal{F} = \rho g B u^2$ ou, d'après (3) et vu l'expression actuelle de ε,

$$(3\,bis) \qquad (\text{sur le cont. mouillé } \chi) \quad F\frac{du}{dn} = -\frac{\chi}{\sigma}\frac{B}{A}fu.$$

» Par suite, l'équation (2 *bis*), multipliée par $d\sigma$ et intégrée dans toute l'étendue de σ, puis divisée par σ, donne, au lieu de (4),

$$\frac{A u_0}{\chi}\int_\chi F\frac{du}{dn}\,d\chi + I = \frac{1}{g}\int_\sigma u'\frac{d\sigma}{\sigma},$$

ou bien

$$(4\,bis) \qquad -\frac{1}{\sigma}\int_\chi B u^2\,d\chi + I = \frac{1}{g}\int_\sigma u'\frac{d\sigma}{\sigma}.$$

» Il vient ensuite à la place du système (5), pour déterminer le rapport $\frac{u}{U}$ aux divers points, les relations :

$$(5\,bis)\quad \begin{cases} \dfrac{d}{dy}\left(F\dfrac{d\frac{u}{U}}{dy}\right) + \dfrac{d}{dz}\left(F\dfrac{d\frac{u}{U}}{dz}\right) + \dfrac{\chi^2}{\sigma^2}\displaystyle\int_\chi \frac{B}{A}f\frac{u}{U}\frac{d\chi}{\chi} = \frac{\chi}{A\sigma u_0}\frac{1}{gU}\left(u' - \int_\sigma u'\frac{d\sigma}{\sigma}\right); \\ F\dfrac{d\frac{u}{U}}{dn} = -\dfrac{\chi}{\sigma}\dfrac{B}{A}f\dfrac{u}{U}(\text{sur le cont. m.}), \quad \dfrac{d\frac{u}{U}}{dn} = 0\,(\text{sur le cont. lib.}), \quad \displaystyle\int_\sigma \frac{u}{U}\frac{d\sigma}{\sigma} = 1. \end{cases}$$

» On en déduit, pour la fonction φ de y et z qui exprime $\frac{u}{U}$ dans un régime uniforme, le système d'équations, remplaçant (6),

$$(6\,bis)\quad \begin{cases} \dfrac{d}{dy}\left(F\dfrac{d\varphi}{dy}\right) + \dfrac{d}{dz}\left(F\dfrac{d\varphi}{dz}\right) + \dfrac{\chi^2}{\sigma^2}\displaystyle\int_\chi \frac{B}{A}f\varphi\frac{d\chi}{\chi} = 0, \\ F\dfrac{d\varphi}{dn} = -\dfrac{\chi}{\sigma}\dfrac{B}{A}f\varphi\,(\text{sur le cont. m.}), \quad \dfrac{d\varphi}{dn} = 0\,(\text{sur le cont. lib.}), \quad \displaystyle\int_\sigma \varphi\frac{d\sigma}{\sigma} = 1. \end{cases}$$

Par exemple, dans le cas d'un tuyau circulaire de rayon R, ce système donne, au lieu de (7), pour les points de σ situés à la distance r de l'axe,

$$(7\,bis) \qquad \varphi = 1 + m - \frac{5}{2}m\frac{r^3}{R^3}, \qquad \text{avec} \qquad m = \frac{2}{3}\,\frac{2B}{5A + 2B},$$

la valeur numérique de m étant 0,22 environ quand la paroi offre un degré moyen de rugosité. Enfin le système qui régit les petits écarts $\varpi = \frac{u}{U} - \varphi$ des deux modes de distribution des vitesses dans le mouvement varié et

dans le mouvement uniforme est, au lieu de (9),

$$(9\,bis)\quad \begin{cases} \dfrac{d}{dy}\left(\mathrm{F}\dfrac{d\varpi}{dy}\right)+\dfrac{d}{dz}\left(\mathrm{F}\dfrac{d\varpi}{dz}\right)+\dfrac{\chi^2}{\sigma^2}\displaystyle\int_\chi \dfrac{\mathrm{B}}{\mathrm{A}}f\varpi\,\dfrac{d\chi}{\chi}=\dfrac{\chi}{\mathrm{A}\sigma u_0}\,\dfrac{1}{g\mathrm{U}}\left(u'-\displaystyle\int_\sigma u'\,\dfrac{d\sigma}{\sigma}\right),\\ \mathrm{F}\dfrac{d\varpi}{dn}=-\dfrac{\chi}{\sigma}\,\dfrac{\mathrm{B}}{\mathrm{A}}f\varpi \text{ (sur le cont. m.)},\quad \dfrac{d\varpi}{dn}=0 \text{ (sur le cont. lib.)},\quad \displaystyle\int_\sigma \varpi\,d\sigma=0. \end{cases}$$

» II. Pour déduire de (4 *bis*), comme nous l'avons fait de (4), l'équation du mouvement permanent entre la pente motrice I et la vitesse moyenne U ou sa dérivée en x, il faudra évaluer encore le frottement extérieur total, représenté ici par $\rho g\int_\chi \mathrm{B}u^2\,d\chi$, au moyen d'une combinaison des deux systèmes (6 *bis*) et (9 *bis*). La marche suivie pour établir la relation (10) donnera, en multipliant finalement par $\dfrac{2\mathrm{A}u_0\mathrm{U}}{\chi}$,

$$\frac{2u_0\mathrm{U}}{\sigma}\int_\chi \mathrm{B}f\varpi\,d\chi \quad\text{ou}\quad \frac{1}{\sigma}\int_\chi \mathrm{B}.2u(u-\mathrm{U}\varphi)\,d\chi=\frac{2}{g}\int_\sigma(\varphi-1)u'\,\frac{d\sigma}{\sigma}.$$

» Remplaçons-y $2u(u-\mathrm{U}\varphi)$ par $u^2-\mathrm{U}^2\varphi^2+(u-\mathrm{U}\varphi)^2$ ou par $u^2-\mathrm{U}^2\varphi^2+\mathrm{U}^2\varpi^2$; puis isolons le premier terme obtenu, qui permet d'évaluer le frottement extérieur total rapporté à l'unité du poids fluide en mouvement; et, en appelant b le coefficient

$$(11\,bis)\qquad b=\int_\chi \mathrm{B}\varphi^2\,\frac{d\chi}{\chi},$$

il viendra, pour tenir lieu de (12), la formule

$$(12\,bis)\qquad \frac{1}{\sigma}\int_\chi \mathrm{B}u^2\,d\chi=b\frac{\chi}{\sigma}\mathrm{U}^2+\frac{2}{g}\int_\sigma(\varphi-1)u'\,\frac{d\sigma}{\sigma}-\frac{\chi}{\sigma}\mathrm{U}^2\int_\chi \mathrm{B}\varpi^2\,\frac{d\chi}{\chi}.$$

Le dernier terme, en ϖ^2, sera du second ordre de petitesse et négligeable, sauf dans des cas exceptionnels comme, par exemple, près de l'entrée d'un tuyau, où le mode de distribution des vitesses dans les sections diffère très sensiblement de celui qui convient au régime uniforme et qu'exprime la fonction φ.

» Enfin cette valeur (12 *bis*) du frottement extérieur, portée dans (4 *bis*), donnera la relation

$$(13\,bis)\qquad \mathrm{I}=b\frac{\chi}{\sigma}\mathrm{U}^2+\frac{1}{g}\int_\sigma(2\varphi-1)u'\,\frac{d\sigma}{\sigma}-\frac{\chi}{\sigma}\mathrm{U}^2\int_\chi \mathrm{B}\varpi^2\,\frac{d\chi}{\chi},$$

analogue à (13) et où, pour en déduire l'équation du mouvement immé-

diatement applicable d'ordinaire, il suffira d'évaluer, comme plus haut (p. 1165), le terme en u'. A cet effet, l'on remplacera encore, dans ce terme, φ par $\frac{u}{U} - \varpi$; après quoi, gardant sans la transformer la partie, ordinairement négligeable, où figurera le produit du second ordre $\varpi u'$, on calculera l'autre par le procédé suivi dans le cas de mouvements bien continus. Et si l'on observe que $1+\eta$, α désignent respectivement les valeurs moyennes des rapports $\frac{u^2}{U^2}$, $\frac{u^3}{U^3}$, ou que $\int u^2\,d\sigma$, $\int u^3\,d\sigma$ peuvent s'écrire $(1+\eta)U^2\sigma$, $\alpha U^3\sigma$, il viendra

$$\left\{\begin{aligned} &\frac{1}{g}\int_\sigma \varphi u' \frac{d\sigma}{\sigma} = \frac{d}{dx}\frac{\alpha U^2}{2g} - \frac{1}{g}\int_\sigma \varpi u' \frac{d\sigma}{\sigma},\\ &\frac{1}{g}\int_\sigma u' \frac{d\sigma}{\sigma} = U\frac{d}{dx}\frac{(1+\eta)U}{g} = \frac{d}{dx}\frac{(1+\eta)U^2}{2g} + \frac{U^2}{2g}\frac{d\eta}{dx}.\end{aligned}\right.$$

Enfin, la relation (13 *bis*), en y remplaçant d'ailleurs la pente motrice I par sa valeur (1), deviendra l'équation cherchée du mouvement

$$(14\ bis)\quad \left\{\begin{aligned} &-\frac{d}{dx}\left[\mathfrak{b} + \frac{p}{\rho g} + \frac{(2\alpha-1-\eta)U^2}{2g}\right]\\ &\quad = b\frac{\chi}{\sigma}U^2 - \frac{U^2}{2g}\frac{d\eta}{dx} - \frac{2}{g}\int_\sigma \varpi u' \frac{d\sigma}{\sigma} - \frac{\chi}{\sigma}U^2\int_\chi B\varpi^2\frac{d\chi}{\chi},\end{aligned}\right.$$

où le second membre sera l'expression de ce qu'il est naturel (vu le premier membre) d'appeler dans la question la *perte de charge par unité de longueur du courant*. Les deux derniers termes s'y trouveront généralement du second ordre de petitesse et négligeables, comme le dernier de (13 *bis*).

» III. Voyons maintenant ce que donne l'équation (14 *bis*), quand il s'agit d'un tuyau cylindrique de rayon R et de longueur L, assez bien évasé à son entrée pour que, dès sa première section amont de grandeur πR^2, l'on ait, d'après le principe de D. Bernoulli, $u = U$, $\eta = 0$, $\alpha = 1$ et aussi une hauteur de charge, $\mathfrak{b} + \frac{p}{\rho g} + \frac{(2\alpha-1-\eta)U^2}{2g}$, égale à la charge hydrostatique constante $\mathfrak{b}_0 + \frac{p_0}{\rho g}$ du réservoir d'alimentation. Si la longueur L est suffisante, le régime uniforme s'y établira conformément à la formule (7 *bis*), et la valeur de η à la sortie sera $(\frac{3}{4}m)^2$ ou, environ, 0,027 (pour $m = 0{,}22$), tandis que celle de α y égalera sensiblement (comme, du reste, presque toujours) $1 + 3\eta$; car le rapport de $\alpha - 1$ à 3η est, avec le mode (7 *bis*) de répartition des vitesses, $1 - \frac{1}{11}m$. Enfin, en appelant $\mathfrak{b}_1$, p_1 l'altitude et la pression, connues, au centre de la dernière

section aval du tuyau, l'équation (14 *bis*), multipliée par dx, puis intégrée sur toute la longueur L sans tenir encore aucun compte des deux parties où figurent sous des signes $\int$ les produits $\varpi u'$ et ϖ^2, donnera aisément, pour évaluer la vitesse moyenne U, l'équation approchée, analogue à (15),

$$(15\ bis)\qquad b\frac{2}{R}U^2L+(1+4\eta)\frac{U^2}{2g}=(\zeta_0-\zeta_1)+\frac{p_0-p_1}{\rho g}.$$

» On voit que le second terme, correspondant à la portion de charge absorbée par la mise en mouvement des filets fluides et par la régularisation de leurs vitesses, se trouve, à égalité de vitesse moyenne, notablement moindre qu'à l'intérieur d'un tube fin, savoir, comme l'est, par rapport à l'unité, la fraction $\frac{1}{2}(1+4\eta)$, c'est-à-dire 0,55 environ (pour $\eta=0{,}027$).

» Mais les parties négligées, c'est-à-dire les deux derniers termes de (14 *bis*), peuvent avoir une influence sensible près de l'entrée, où les valeurs de ϖ, initialement égales à $1-\varphi$, ne sont pas très petites. La seconde de ces parties, *essentiellement négative*, deviendra, dans le cas considéré d'une section circulaire, $-B\frac{2}{R}U^2\varpi_0^2$, en appelant ϖ_0 la valeur de ϖ sur le contour mouillé $\chi=2\pi R$ de la section d'abscisse x, valeur dont le carré à l'entrée, $(1-\varphi_0)^2$, est, d'après (7 *bis*), $(\frac{3}{2}m)^2$, c'est-à-dire 0,11 quand $m=0{,}22$. Cette partie, si on la retranchait du terme principal dû aux frottements, qui est le premier du second membre de (14 *bis*), le réduirait donc, à l'entrée, de la fraction $\left(\frac{1-\varphi_0}{\varphi_0}\right)^2$, ou des 0,24 environ (pour $m=0{,}22$), mais beaucoup moins à quelque distance, par suite de la décroissance assez rapide du carré ϖ_0^2. En somme, la diminution relative totale qu'éprouve de ce chef le premier membre de (15 *bis*) doit être assez faible, sans qu'il semble facile de la préciser. Quant à la première partie négligée de (14 *bis*), savoir $-\frac{2}{g}\int_\sigma \varpi u'\frac{d\sigma}{\sigma}$, on reconnaît, par le raisonnement de la fin du n° IV (p. 1239), qu'elle est positive. Ainsi les deux parties négligées se neutralisent dans une certaine mesure, et leur influence combinée ne doit pas modifier beaucoup le second terme de (15 *bis*).

» IV. Évaluons ce que serait l'augmentation totale, $-\frac{2}{g}\int dx\int_\sigma \varpi u'\frac{d\sigma}{\sigma}$, de ce second terme de (15 *bis*) à raison de la première partie négligée, si le rapport de $-\varpi$ à sa valeur initiale $\varphi-1$ pouvait être, conformément à l'hypothèse du n° V (p. 1240), une fonction λ de x seul, graduellement décroissante de 1 à zéro le long du tuyau. Les formules (16), (17), (18) seront

encore applicables, sauf les derniers membres des formules (17) et les deux derniers de (18), devenus un peu différents à cause de l'expression actuelle de φ, qui est (7 *bis*) et non plus (7). Mais la même méthode donne, au lieu de (19),

$$(19\ bis)\quad u' = -\mathrm{U}^2 \frac{d\lambda}{dx}\left[\varphi(\varphi-1) - \frac{3+2\lambda}{5}(\varphi-1)^2 - \frac{3m}{10}(1-\lambda)(\varphi-1) + \frac{9m^2}{10}(1-\lambda)\right].$$

» Multiplions cette expression de u' par $-\lambda(\varphi-1)$, afin d'avoir $\varpi u'$; et si, pour abréger, nous appelons $1+\eta_1$, α_1 les valeurs moyennes de φ^2, φ^3 sur toute l'étendue d'une section, valeurs qui sont celles de $1+\eta$, α à la sortie, il viendra

$$(20\ bis)\quad -\frac{2}{g}\int_\sigma \varpi u' \frac{d\sigma}{\sigma} = -\eta_1 \frac{\mathrm{U}^2}{g}\left(2\lambda\frac{d\lambda}{dx}\right)\left[\frac{\alpha_1-1}{\eta_1} - 2 - \frac{3+2\lambda}{5}\left(\frac{\alpha_1-1}{\eta_1}-3\right) - \frac{3m}{10}(1-\lambda)\right].$$

» Or la quantité entre crochets du deuxième membre devient finalement, quand on y substitue au rapport $\frac{\alpha_1-1}{\eta_1}$ sa valeur $3-\frac{3m}{11}$ donnée ci-dessus, $1-\frac{9}{22}m(1-\lambda)$, expression qui décroît d'amont en aval, au-dessous de sa valeur initiale 1, de $\frac{9}{22}m$ en tout, c'est-à-dire de moins que 0,1 (pour $m=0{,}22$). On peut évidemment, dans ce calcul approximatif, regarder une telle quantité comme égale à 1, et alors le terme (20 *bis*) se trouve remplacé par $\eta_1\frac{\mathrm{U}^2}{g}\frac{d(-\lambda^2)}{dx}$, expression qui est bien du deuxième ordre, ou négligeable, tant que λ reste très petit du premier, mais non ici, où λ débute par la valeur 1. L'augmentation à évaluer du second terme de (15 *bis*) devient donc $\eta_1\frac{\mathrm{U}^2}{g}\int d(1-\lambda^2)$, ou $\eta_1\frac{\mathrm{U}^2}{g}$ entre les limites $\lambda=1$, $\lambda=0$; ce qui est, en valeur absolue, le double du résultat fourni par le deuxième terme, négatif, du second membre de la formule (14 *bis*).

» Ainsi, même toutes réserves faites sur l'hypothèse (16), trop simple pour convenir ici plus que dans le cas de mouvements bien continus, et à laquelle nous demandons seulement quelque idée de quantités ordinairement négligeables, l'avant-dernier terme de la formule (14 *bis*), celui que nous venons de calculer, pourrait bien être assez fort, dans la question abordée, pour neutraliser deux termes négatifs de la grandeur de celui qui le précède. Il est donc inutile de compter celui-ci; et, en supposant que le dernier (où figure ϖ^2), également négatif, soit détruit lui-même par

ce qui reste de l'avant-dernier, *le second membre de* (14 *bis*), *expression de la perte de charge dans le mouvement varié, par unité de longueur, se réduira sensiblement au premier terme* $b\frac{\chi}{\sigma}U^2$, *comme si le régime était uniforme*. Dans cette hypothèse, le coefficient du second terme de (15 *bis*) devient $1 + 5\eta$ au lieu de $1 + 4\eta$, soit, environ, 1,13 au lieu de 1,11 (pour $m = 0,22$). »

MÉTÉOROLOGIE. — *Comparaison de la figure théorique d'une tempête, donnée dans les « Comptes rendus » du* 9 *juin, avec les faits connus de tous les navigateurs;* par M. **H. Faye.**

« Je dois dire d'abord quelques mots de la Note intéressante que l'ancien directeur de l'Observatoire météorologique de Zi-ka-wei, en Chine, vient d'adresser à l'Académie sur les cyclones et les anticyclones. Elle aboutit à cette déclaration :

» *Il est plus que probable que ce que j'ai appelé, dans mes Mémoires, le* tourbillon générateur, *doit avoir pour théâtre ces couches moyennes de l'atmosphère où les mouvements de transport des masses aériennes sont les plus rapides.*

» C'est un pas de fait vers la théorie que je soutiens depuis longtemps; mais un pas seulement. J'avais objecté, il y a seize ou dix-sept ans, aux partisans de l'idée que l'air monte dans les cyclones et les trombes, qu'avec ce vieux préjugé le mouvement de translation des trombes, cyclones et tornados était impossible. Pour éluder cette objection décisive, quelques météorologistes consentirent à placer avec moi l'origine des girations dans les couches supérieures de l'atmosphère. Dès lors, ces girations devaient être forcément descendantes; de fait, on les voit descendre des nues en se rétrécissant de plus en plus sous forme nettement conique, dans toutes les trombes, dans tous les tornados. L'air est donc nécessairement descendant dans ces girations descendantes. M. M. Dechevrens a bien voulu adopter cette idée de girations qui se forment dans les hautes régions; mais, comme il persiste à faire monter l'air d'en bas, conformément à la vieille tradition des météorologistes, il aboutit à une contradiction sur laquelle je n'ai pas à insister en ce moment ([1]).

([1]) De quelque manière qu'on s'y prenne pour faire monter de l'air dans l'atmosphère, il faut de la chaleur ou de la force. Dans le premier cas, la chaleur doit être

» Je préfère donner une réponse à une intéressante question qui m'a été posée de vive voix, dans la dernière séance, par notre savant Confrère, M. Mascart. Il a remarqué que, sur ma figure théorique d'une tempête (*Comptes rendus* du 9 juin dernier), j'ai arrêté aux bords, c'est-à-dire au cercle $a'b'c'd'$, une espèce de spirale représentant un vent léger soufflant parfois vers le centre en vertu de la faible dépression barométrique qui entoure le cyclone. Il demande pourquoi j'ai dit que cet air ne pénètre pas dans le cyclone.

» Dans un cyclone, la surface extérieure, comme celle qui limite à l'intérieur la région du calme central, a une existence propre qui dépend à la fois de la pression extérieure et de la force centrifuge née d'une giration rapide. L'air qui souffle du dehors vers cette surface limite se borne à y faire impression, à rétrécir faiblement les cercles de giration, et, comme ceux-ci sont solidaires jusqu'à un certain point les uns des autres, on peut considérer une spire giratoire soumise à une action externe comme formant un tout doué d'une sorte d'élasticité, à peu près comme les anneaux tourbillons étudiés par Helmholtz ou W. Thomson. La nature nous présente fréquemment des effets que l'on ne saurait interpréter autrement. Par exemple, lorsqu'une trombe entre dans une couche d'air où règne un vent quelconque, ce vent ne pénètre pas dans ce petit cyclone, il en déplace seulement les spires, sans même rompre l'espèce de lien qui semble les unir, et, quand il vient à cesser, le tube de la trombe (non pas sans doute les mêmes spires que tout à l'heure) reprend sa direc-

---

appliquée en bas, et c'est là l'origine de la théorie régnante en Météorologie. Dans le second cas, il faudrait placer en haut, dans les nues, un appareil d'aspiration actionné par une force motrice. Les girations à peu près horizontales qui naissent dans un courant supérieur aux dépens des inégalités de vitesse n'ont rien de commun avec un tel appareil. Nous voyons bien des girations produire, dans les cours d'eau, des tourbillons capables de transporter et de concentrer de la force dans leurs spires progressivement rétrécies, mais ces tourbillons sont invariablement descendants, ainsi que l'eau dont leurs spires sont formées.

Disons aussi, incidemment, qu'il n'y a rien de cyclonique dans les maxima de pression auxquels on donne le nom d'*anticyclones*, pas plus que dans les minima *statiques* auxquels on donne abusivement le nom de *cyclones*. Il y a longtemps que les intéressantes remarques de M. L. Teisserenc de Bort à ce sujet ont fait justice de cette confusion. Ce qu'il y a de curieux et de non encore remarqué jusqu'ici, c'est qu'au sein de tout cyclone il y a un anticyclone (pour continuer à employer cette vicieuse dénomination), à cela près qu'en bas la température n'y baisse pas parce que la radiation vers le ciel pur y est étroitement limitée.

tion première. C'est ce qui explique les sinuosités, parfois très accentuées, et les balancements que le tube d'un tornado de quelques centaines ou de quelques milliers de mètres de diamètre présente assez souvent en traversant des couches aériennes animées de vents ordinaires.

» Le but principal de cette Note est de montrer par les faits qu'un cyclone a des limites définies aussi bien à l'extérieur, en *a′b′c′d′*, qu'à l'intérieur, en *abcd* où ces limites sautent aux yeux et produisent une si profonde impression même sur les navigateurs les mieux prévenus. Ces limites n'existent pas dans l'autre théorie, celle des météorologistes. Pour eux, un cyclone est, en bas, un foyer d'appel vers lequel l'air convergerait de loin, avec une vitesse d'abord insensible, mais s'accélérant de plus en plus vers le centre. Ce qui semble confirmer cette manière de voir, c'est la baisse continue du baromètre qui augmente jusqu'au centre, sans qu'il y ait nulle part de solution de continuité dans cette marche. A ce compte, en imputant tous les phénomènes d'une tempête à cette dépression, et en les rapportant aux isobares qui la dessinent (voir la figure), on arrive à l'idée de prolonger jusqu'au centre les trajectoires centripètes de ces vents, ce qui donne la figure théorique des météorologistes avec l'air ascendant.

» Mais les choses ne sont pas telles; elles ne se passent *jamais* ainsi. C'est ce que nous allons voir en suivant les phénomènes précurseurs d'une tempête dans l'espace annulaire compris entre les cercles *a″b″c″d″* et *a′b′c′d′*.

» Cinq ou six jours avant la tempête, arrivent les cirrus qui envahissent le ciel. Le courant qui les apporte, et au sein duquel s'est engendrée déjà la tempête qui viendra plus tard, est marqué en haut de la coupe verticale en AA′. Ces cirrus sont vivement entraînés en bas dans les spires descendantes.

» Trois jours au moins avant l'arrivée de la tempête et sur tout le pourtour du cercle *a″b″c″d″*, le baromètre commence à baisser, d'abord d'un dixième de millimètre par heure, puis plus rapidement à mesure que le cercle *a′b′c′d′* approche [1]; là la chute est huit ou dix fois plus marquée, et ainsi de suite jusqu'au centre où le minimum est atteint.

» Trois jours au moins avant la tempête, dans le vaste anneau compris entre les deux cercles précédents, commence à se faire sentir la houle produite par les girations furieuses de la tempête qui fouettent la mer dans

---

(1) Je laisse de côté l'oscillation diurne du baromètre qui ne disparaît totalement qu'à l'intérieur du cercle *a′b′c′d′*.

le sens des tangentes aux spires descendantes entre les cercles *abcd*, *a'b'c'd'*. Je n'ai pu marquer les traits principaux de ce grandiose phénomène sur la figure, de peur de l'embrouiller. Le maximum de cette houle se propage dans l'espace compris entre les tangentes aux deux derniers cercles menées parallèlement à la trajectoire, du côté dangereux, et prolongées seulement dans le sens de la marche. Un autre maximum bien moins marqué se produit dans une direction diamétralement opposée, du côté maniable. Ces ras de marée, lorsqu'ils viennent à frapper les côtes où ils produisent parfois d'épouvantables désastres, servent souvent à déterminer la direction dans laquelle viendra la tempête.

» De loin, de très loin, on aperçoit la partie supérieure de l'édifice du cyclone, grâce surtout aux cumulus que l'intrusion violente des cirrus ne manque pas de produire dans les couches d'air humide jusqu'à une certaine hauteur. Je n'ai pu reproduire cette immense couche nuageuse sur la figure. A la base de ces cumulus, se trouvent les nuages à pluie. Si tout l'ensemble pouvait être vu de loin, il apparaîtrait sous la forme d'un tronc de cône excessivement évasé, comme l'indique la coupe verticale. Cette épaisse couche horizontale de nuages apparaît à l'horizon sous un aspect menaçant, surtout au lever et au coucher du Soleil. Percée d'un large trou en son milieu par le cône du calme central où le ciel n'est jamais masqué par les nues, cette couche déborde évidemment le cercle *a'b'c'd'*. Lorsque le navigateur commence à en distinguer le bord inférieur, il y voit circuler rapidement de petits nuages détachés (*scuds*) dans un sens tout autre que celui des brises d'en bas. S'il en est assez proche pour les voir circuler au-dessus de sa tête, leur direction lui permet de reconnaître exactement le sens des premières girations et d'en déterminer le centre par la règle des huit points. Jusqu'alors la même règle appliquée aux vents inférieurs ne l'aurait conduit qu'à des résultats absurdes.

» Mais déjà la tempête est imminente; autrement dit, le cercle *a'b'c'd'* est à proximité. Toutes les précautions ont dû être prises avant d'être atteint par ce cercle, avant que *le coup de vent soit déclaré*, comme disent les marins. Une fois dans ce cercle, il n'y a plus qu'à courber la tête, dit un de nos meilleurs auteurs de prescriptions maritimes que je cite un peu plus loin, si l'on n'a pas tenu compte des avertissements que nous donne la Providence, si l'on ne s'est pas préparé à tout ce qui doit infailliblement se présenter.

» Supposons enfin que le navigateur se trouve sur le passage du centre. Alors les phénomènes deviennent singulièrement significatifs. Au contact

du petit cercle intérieur *abcd*, le vent cesse subitement; la température s'élève subitement; l'air, jusque-là saturé d'humidité, devient excessivement sec; le ciel bleu apparaît par l'ouverture circulaire qui existe dans l'énorme couche horizontale des nuages pluvieux. On dirait que la tempête est finie... Mais, au bout de quelques heures, elle reprend subitement avec la même violence, à cela près que le vent se met à souffler dans une direction diamétralement opposée. A partir de cet instant où le navire se retrouve sur le petit cercle *abcd*, les phénomènes antérieurs se succèdent en ordre inverse jusqu'à la partie postérieure du cercle $a'b'c'd'$. A la fin de tout, le beau temps revient à la sortie de cette circonférence. Évidemment, l'air est descendant dans la région du calme *abcd*, et il est difficile d'admettre qu'il en soit autrement dans la région du cercle de la tempête $a'b'c'd'$.

» A partir de cette heureuse issue, le navigateur s'occupe à réparer ses désastres et non des signes du temps. Je ne connais que le cas du cyclone de l'*Atalante* (septembre 1872), montée par le baron Roussin, où l'amiral ait noté la circonstance suivante :

» ...Au coucher du Soleil, nous assistons à un spectacle assez curieux. Le temps s'est à peu près nettoyé; seulement, au loin, à l'horizon, entre l'ouest-nord-ouest et le nord-est, on aperçoit un épais et noir rideau de gros nuages projetant sur le ciel des lueurs cuivrées. De l'avis à peu près unanime, c'était notre cyclone qui poursuivait sa course dans le nord.

» Pour récapituler ces signes précurseurs de la tempête compris dans le cercle $a''b''c''d''$, je donne la parole au commandant Bridet, ancien capitaine de port à la Réunion [1] :

» Cirrus, baisse progressive du baromètre, ras de marée, élévation du thermomètre, levers et couchers du Soleil rouges et cuivrés, vents variables, et quelquefois calme profond, horizon menaçant du nord-est au sud-est, marche rapide des nimbus (*scuds*), et enfin *déclaration des premières rafales*. Pluie abondante, baisse rapide alors du baromètre, à mesure que les rafales augmentent de violence et jusqu'au moment où l'on se trouve à la plus courte distance du centre [2], moment indiqué par les oscillations bien marquées du baromètre, qui remonte ensuite à mesure que l'ouragan s'éloigne; diminution progressive du ras de marée; enfin quelquefois orage plus ou moins violent coïncidant avec la cessation prochaine du phénomène; retour du beau temps.

---

(1) Bridet, *Étude sur les ouragans de l'hémisphère austral*. Paris, 3e édition, 1876, p. 143.

(2) L'auteur suppose que le navire a réussi à éviter le centre de la tempête.

» Tout cela est relatif à l'hémisphère sud et à l'océan Indien, me dira-t-on. Non, vous n'avez qu'à ouvrir les *Pilot Charts* mensuelles de l'Atlantique nord pour y retrouver les mêmes avertissements, y compris celui-ci, qu'il ne faut essayer de déterminer le sens des premières girations que par l'observation des *scuds* et non par celle des vents inférieurs. Au reste, c'est en mer qu'il faut étudier les tempêtes; à terre, les Cartes synoptiques ne donnent que de trop maigres renseignements. Et comme on n'y marque guère que les courbes isobares, on ne résiste pas à la tentation d'y tracer la marche de l'air par des spirales logarithmiques et de pousser celles-ci jusqu'au centre, ce qui donne d'une tempête l'idée la plus singulière et la plus fausse en laissant croire que l'air y est ascendant.

» Cependant d'autres phénomènes terrestres, les trombes et les tornados, qui sont des cyclones en petit, mais bien plus violents que les tempêtes, ont aussi leur signification et conduisent aux mêmes résultats. Par exemple, le beau travail de M. Hann, dont j'ai rendu compte dans la séance du 27 mai dernier et dont le P. Dechevrens, loin de contester les conclusions, se borne à en revendiquer la priorité, est parfaitement confirmé par ce qui se passe dans tous les tornados où des personnes se sont trouvées momentanément engagées. Ces personnes n'ont jamais souffert du prétendu vide que les météorologistes persistent à y mettre; mais toutes, je parle de celles qui ont survécu à leurs blessures ou à leurs contusions, y ont subi une impression de froid des plus vives. C'est du reste ce que montre bien la gaine nuageuse qui enveloppe du haut en bas les tornados. Assurément l'air y est plus froid, à toute hauteur, que dans l'air ambiant. Ce n'est donc pas l'air chaud du bas qui remplit leur intérieur.

» Et, sur le sol lui-même, le cercle limite $a' b' c' d'$ de ma figure est bien plus net encore que dans les tempêtes, car ici il est visible pour tous les yeux. En dedans, la violence inimaginable des girations qui détruisent tout; en dehors, rien de sensible. Il est donc impossible que l'air extérieur y afflue de toutes parts vers le pied, pour de là monter dans le tube, c'est-à-dire comme dans une cheminée.

» Quelle que soit la ténacité avec laquelle certains esprits prévenus adhèrent à une idée fausse, espérons que la Science finira par s'en délivrer. »

ZOOLOGIE. — *Les travaux et les progrès du laboratoire Arago, en* 1890. Note de M. DE LACAZE-DUTHIERS.

« En plus d'une circonstance, l'Académie a bien voulu prêter une bienveillante attention aux Communications que j'ai eu l'honneur de lui faire sur les progrès et les travaux faits dans mes deux stations maritimes de Roscoff et de Banyuls. Je la prie aujourd'hui de me permettre de lui présenter quelques observations recueillies dans les deux voyages que je viens de faire successivement à Banyuls.

» Le nombre des travailleurs ayant fait des études dans la campagne qui finit avec juin, au laboratoire Arago, a été de 26, chiffre qui paraîtra élevé si l'on remarque combien est éloignée la station, située à la frontière la plus extrême de la France.

» En dehors du personnel de mes trois laboratoires et des jeunes naturalistes venus à Banyuls pour compléter leurs études, je citerai MM. le professeur Marion, notre Correspondant de Marseille, Kowalevsky, d'Odessa, les professeurs Léon Fredericq et Delbœuf, de l'Université de Liège, le professeur Hallez, de la Faculté de Lille, Urbanowicz, de Varsovie.

» Quant aux visiteurs, ils sont toujours fort nombreux; l'aquarium est devenu l'une des attractions du pays, et, les jours de fête comme les dimanches, il est souvent encombré.

» Cette année, plusieurs Sociétés ont visité le laboratoire; la Société des Sciences de Béziers est venue, tout exprès, fort nombreuse, en avril (103 membres); l'Association pyrénéenne (50 membres), conduite par son président, notre savant Confrère, M. Gautier, a passé la journée du 17 mai à Banyuls. Elle a tenu à assister, dans la nuit, aux observations faites au moyen de la lumière électrique. Enfin, une Section du Club alpin de Toulouse a aussi visité la station; est-il besoin d'ajouter que le personnel et moi-même avons donné, dans des conférences ou causeries familières, tous les renseignements désirés par nos visiteurs?

» Aux dernières vacances de Pâques, j'ai convié les élèves de mon laboratoire des Hautes Études à faire une excursion à Banyuls. Pendant dix jours consécutifs, des pêches à l'aide du scaphandre, du chalut, de la drague, de l'engin des corailleurs, et des conférences ont beaucoup appris aux jeunes gens qui avaient bien mérité cette compensation acquise au

prix des fatigues d'un aussi long voyage. La Faculté de Clermont-Ferrand, celle de Toulouse m'ont envoyé chacune deux de leurs élèves.

» Plus la faune des mers du Roussillon est étudiée, plus sa grande richesse apparaît; au mois de mai, j'ai eu la vive satisfaction d'obtenir, par des dragages faits assez au large et par 300^{m} au moins de profondeur, des animaux très intéressants. Je n'en citerai que quelques-uns; parmi eux, l'*Epizoanthus* signalé par les naturalistes ayant fait des sondages à de grandes profondeurs et qui est particulièrement décrit et figuré dans le dernier Ouvrage de M. Danielssen sur les Actiniaires de l'expédition norvégienne de la mer du Nord. Il est curieux de trouver cet animal dans le golfe du Lion. Je ne l'ai jamais rencontré sur les côtes de l'Algérie où cependant j'ai, durant plusieurs années, eu l'occasion d'étudier les nombreux débris des fonds coralligènes rapportés par les pêcheurs de corail ou par les dragages que j'ai pu faire à bord du *Narval*, lorsque j'avais le plaisir d'être l'hôte de notre cher Confrère l'amiral Mouchez.

» Les dragages, à l'aide de l'engin des corailleurs, qui me rend dans mes deux stations de si grands services, ont fourni de très nombreux Brachiopodes des genres : *Terebratulina*, *Mergelea*, *Argiope*, *Crania*, etc., mais surtout des touffes d'un Polypier qui n'est pas rare dans les collections, l'*Oculina virginea* que MM. Milne-Edwards et Jules Haime ont nommée *Amphelia oculata*. Si la charpente calcaire, le squelette de cet animal est connu, les polypes ont rarement été vus, si même ils l'ont été; ils sont conservés vivants dans les bacs de l'aquarium Arago, où l'on a pu les observer à loisir. D'un blanc tout aussi remarquable que celui de leur polypier, leur observation est rendue par cela même fort difficile. C'est sans doute pour cette cause que les auteurs, y compris MM. Edwards et Jules Haime, ne les ont pas connus.

» Enfin, tout dernièrement, les engins ont rapporté d'une localité assez limitée et au nord du cap Béarn, non loin de la place d'Argelès, de nombreux Hydraires sur les tiges desquels vivent enroulés des êtres fort singuliers, étudiés en dernier lieu par MM. Marion et Kowalevsky, ainsi que je l'indiquais en présentant le dernier Volume des belles *Archives du Muséum de Marseille*.

» M. Pruvot a trouvé sur ces Hydraires plusieurs espèces de *Neomenia*, l'une rouge, l'autre jaune, etc. Il les étudie en ce moment, les ayant eus en assez bon nombre. Ces animaux, regardés comme assez rares jusqu'ici, semblent, d'après les derniers dragages de ce printemps, faciles à avoir dans le golfe du Lion; leur étude est d'autant plus intéressante qu'ils pa-

raissent être intermédiaires entre les Annélides dont ils rappellent à certains égards la forme extérieure, et les Mollusques dont ils présentent plusieurs traits d'organisation.

» Dans le laboratoire Arago, le travail a été jusqu'ici très suffisamment alimenté par les pêches au chalut, à la drague, aux fauberts faites avec la jolie et bonne balancelle qui m'a été donnée à la suite d'une souscription faite à Banyuls même. Mais le voisinage si rapproché de l'Espagne, les mauvais coups de vents qui se lèvent souvent très rapidement et si inopinément, la grande perte de temps causée par la navigation à voile, toutes ces circonstances me font vivement désirer d'avoir une embarcation à vapeur; j'espère que je l'obtiendrai et qu'alors le travail deviendra plus fructueux encore.

» La richesse des fonds des eaux du golfe du Lion, dans le voisinage du laboratoire, comme sur les côtes d'Espagne vers le cap Creus, à Cadaques, à Rosas, qui se manifeste d'une façon si remarquable dès qu'on fait des dragages à des profondeurs de 200^{m}, 300^{m} et 400^{m}, me fait vivement regretter de n'avoir qu'un bateau à voile dont l'équipage, forcément peu nombreux, ne peut être astreint à hisser fréquemment, dans une sortie, une drague lancée à plusieurs centaines de mètres; les conditions orographiques du pays, influant d'une façon si particulière et si subite sur les vents, m'obligent à agir avec la plus grande prudence, et par cela même à perdre beaucoup de temps; quelquefois, l'embarcation attendue par les travailleurs est jetée sur les côtes d'Espagne, elle doit aller chercher un refuge contre les gros temps du golfe dans les criques de Cadaques, de la Selva, et alors les produits précieux de la pêche sont altérés, même perdus. Cette perte n'est pas toujours compensée par les résultats obtenus, car les séjours, quelquefois forcément prolongés dans les mouillages des refuges espagnols, ne permettent pas d'utiliser, comme on le désire, les produits des dragages.

» Une embarcation à vapeur permettrait de rentrer à des heures fixes, à de courts intervalles, et, avec un aménagement convenable, les coups de dragues, bien plus souvent répétés, fourniraient des matériaux et plus nombreux et plus frais. Quand le bateau sort le matin et va à quelques milles avant d'avoir pu faire provision des objets demandés, et pour peu que le temps ne soit pas propice, la rentrée se fait dans la soirée trop tard pour que les matériaux soient utilisés comme chacun le souhaitait dans la matinée au moment du départ.

» Pour ces raisons, j'applique depuis quelques mois tous mes soins à obtenir une embarcation, plus puissante, plus active et mieux aménagée

pour le but spécial que je poursuis et qui doit être de faire une Carte marine exacte de la faune des eaux du Roussillon.

» On comprendra bien mieux mon désir quand j'ajouterai que la vitalité dans les bacs, continuant à se prolonger de la façon la plus satisfaisante, permet aujourd'hui l'observation des animaux les plus variés et des plus grands fonds.

» Ainsi, il y a de beaux rameaux de corail vivant depuis tantôt neuf mois, dont la teinte rouge disparaît parfois sous les touffes des polypes blancs et admirablement épanouis. Ce n'est pas sans une anxieuse curiosité que j'en suis l'observation; dois-je espérer d'après cette persistance de la vie que la reproduction s'accomplira assez normale pour donner des embryons qui se fixeront sur les pierres du bac? pourquoi non? N'y a-t-il pas eu des Gorgones venant des mêmes fonds que le corail, dont les larves se sont fixées et ont acquis la taille de 1 centimètre de hauteur? N'ai-je pas eu des jeunes Pennatules fixées sur les parois des vases?

» La vie est non moins facile dans le bassin de peu de profondeur du milieu de l'aquarium, dans lequel un jet d'eau de 3^m de hauteur entretient une aération parfaite; des Crabes, des Homards, de nombreuses Actinies, des Ascidies, des Mollusques, etc. vivent là en compagnie d'une Tortue, de Torpilles, de Roussettes. Celles-ci ont même pondu leurs œufs et les ont attachés aux pierres du fond; enfin et surtout un Congre qui, mis tout petit dans ce bassin et y étant l'objet de soins particuliers, venait, en sortant sa tête de l'eau, saisir les poissons qu'on lui présentait, et se laissait caresser et prendre à la main, tant il était devenu familier; il avait acquis la taille de plus de 1^m sous l'influence de cette bonne alimentation, et pris une teinte d'un beau noir bleuâtre.

» Dans une Note précédente, j'ai indiqué combien les Échinodermes vivaient facilement dans ce bassin. Les *Dorocidaris*, les *Echinus melo* y ont été conservés plusieurs mois. Quant aux Étoiles de mer, elles y étaient si vivaces qu'elles arrivaient à dévorer les Diadèmes, malgré leurs fortes et longues épines.

» Le bac, où les différentes espèces d'Astéries ont été isolées et vivent depuis plus d'un an, est superbe à voir. Il a permis à M. Prouho d'y faire l'observation suivante qui est des plus curieuses. A l'aide d'un appât fort odorant, tel que du poisson pourri, on appelle les Étoiles des points les plus éloignés du bac. Il est fort curieux de voir, lorsque le poisson est tombé au fond de l'eau, les tentacules du bras le moins éloigné de l'appât s'agiter d'abord, puis bientôt tout l'animal s'avancer et se diriger vers la proie; alors de tous les coins, où ordinairement se tiennent blotties les

Étoiles, on les voit arriver, recouvrir le poisson, puis s'empiler en montant les unes sur les autres : l'expérience est saisissante, et l'existence d'un sens de l'olfaction y trouve une démonstration complète.

» La réussite des premiers essais d'étude, à Banyuls, m'a conduit à chercher à obtenir une grande amélioration. Elle va être apportée aux annexes du laboratoire, dans le cours de cette année.

» Il n'en est pas de la Zoologie comme de bien d'autres branches des sciences. Le public, n'en voyant pas toujours l'utilité immédiate, demande souvent à quoi servent ces études. Maintenant que l'organisation et le développement, comme le succès scientifique, sont assurés, j'ai pensé que le moment était venu d'aller plus loin, et qu'il serait possible de tenter, parallèlement aux recherches théoriques quelques études pratiques et d'application. Dans ce but, j'ai demandé et obtenu la construction d'un grand vivier sous la terrasse même du laboratoire; il sera semblable à celui qui existe déjà à Roscoff, et qui nous y rend de si grands services.

» Ce vivier coûtera une trentaine de mille francs. J'en ai déjà réuni vingt-sept, et je me plais à rappeler que ce n'est pas en vain que, dans mon voyage de la Pâque, j'ai fait appel au conseil général du département des Pyrénées-Orientales; à sa dernière session, il a voté une subvention avec un empressement digne d'éloges, et dont je suis fort heureux de le remercier.

» Lorsque le vivier sera construit, il sera possible de faire des essais d'élevage, soit d'Huîtres, soit de poissons, et la population des pêcheurs en tirera certainement quelques enseignements utiles. Le vivier servira d'ailleurs à conserver les animaux capturés dans les pêches, et destinés soit aux travaux du Laboratoire, soit aux différentes Facultés des Sciences.

» Des bancs d'Huîtres existaient autrefois aux environs de Banyuls; les conditions biologiques propres au développement de ces animaux se trouvent donc dans la localité. A Rosas, on a déjà établi des bassins pour la culture de ces Mollusques; on y a réussi. Pourquoi ne réussirait-on pas sur les côtes du Roussillon?

» Des essais de pisciculture ont aussi été faits pour acclimater le Saumon quinnat ou de Californie, dans les rivières se versant dans la Méditerranée. La Note fort intéressante de MM. Marion et Guitel, sur cette espèce de Saumon, prouvera toute l'utilité des études que permettra d'entreprendre le vivier. Il est instructif, en effet, de voir pêcher à Banyuls un Saumon ensemencé dans l'Aude.

» Le service des envois, dans les deux stations, a pris une extension considérable, il donne grande satisfaction aux Facultés qui font des

demandes. Dans l'année 1889, plus de 400 colis ont été adressés aux Facultés de Lille, Nancy, Rennes, Lyon, Grenoble, Toulouse, Bordeaux, Paris (cours de Zoologie, cours d'Anatomie, manipulations des élèves, École supérieure de Pharmacie), Clermont-Ferrand, Angers, Gand, Cambridge, à Gratz, en Autriche; quelques musées (de Digne) et savants particuliers ont aussi demandé et reçu des animaux.

» Il y a dans ces envois régulièrement faits une innovation marquant un grand progrès pour les études zoologiques, aussi leur utilité est incontestable; les professeurs qui le désirent ne sont plus astreints à montrer ou à décrire des animaux simplement d'après les Ouvrages souvent fort incomplets et insuffisants, ils peuvent aujourd'hui faire leurs démonstrations sur la nature même.

» Je ne puis terminer cette Communication sans rappeler combien tous les étrangers qui ont visité, ce printemps, Banyuls ont été frappés de la beauté du spectacle qu'offraient les bacs remplis d'animaux aux couleurs variées, lorsqu'un réflecteur lançait sur eux la lumière intense d'un arc électrique.

» L'observation est facilitée à un point extrême par la lumière qui vient inonder ainsi les êtres placés dans des conditions aussi propices; l'étude des détails de l'extérieur des animaux, la recherche des embryons sont singulièrement favorisées quand on se place dans l'obscurité et que la lumière, arrivant obliquement sur les objets, met en relief les moindres détails de leur forme et souvent de leur organisation.

» Je citerai, en particulier, les Serpuliens, les Spirographis, les Comatules, les Gorgones, les Vérétilles et les Pennatules, enfin des Ilyanthes. Ces derniers animaux sont des sortes d'Actinies pivotantes qui disparaissent dans le sable tant que le Soleil est au-dessus de l'horizon, et qui s'épanouissent magnifiquement pendant toute la nuit.

» Comment observer ces animaux nocturnes? Jamais, dans les conditions ordinaires, dans un épanouissement incomplet, on n'en aurait vu aussi bien la symétrie, les couleurs, la disposition. Quand la nuit arrive, on constate, à l'aide de la lumière électrique, que toute la couche de sable où les animaux se terrent disparaît sous les innombrables tentacules qui s'étalent et s'agitent; alors, on croirait avoir sous les yeux un tapis de vraies fleurs dont les pétales allongés, mêlés et enchevêtrés n'en restent pas moins distincts, et, chose curieuse, tandis que ces Ilyanthes semblent être si sensibles à l'action de la lumière du Soleil, ils restent indifférents à l'action de la lumière et de la chaleur électriques.

» On le voit, d'après ce qui précède, les travaux, les progrès et, on peut le dire, les succès du laboratoire Arago n'ont pas été moindres en 1890 que dans les années précédentes. »

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Sur le spectre visible et photographique de la grande nébuleuse d'Orion.* Note de M. W. **Huggins**.

« *Spectre visible.* — En 1864, je découvris les raies brillantes du spectre visible des nébuleuses planétaires, de la nébuleuse d'Orion et d'autres nébuleuses. En 1874, je déterminai avec précision les positions des quatre raies, confirmant l'opinion que j'avais déjà publiée que les deux raies les plus réfrangibles coïncident avec les raies de l'hydrogène $H\beta$ et $H\gamma$. On ne sait pas, même à présent, à quelles substances la raie principale et la douzième raie sont dues.

» Depuis peu, on a prétendu que la raie principale n'est que la première cannelure de la bande brillante du spectre du magnésium brûlant dans l'air. La position que j'avais assignée à cette raie, d'environ λ 5004.6 à λ 5004.8, est plus réfrangible que celle de la première cannelure de MgO, qui a une longueur d'onde de λ 5006.5; en outre, la raie de la nébuleuse est fine, nettement tranchée aux bords et ne ressemble pas à une cannelure.

» Pendant l'hiver dernier et celui de 1888-1889, j'ai fait un travail long et pénible sur ce point en comparant, dans un spectroscope à forte dispersion, la raie de la nébuleuse directement avec la cannelure du spectre du magnésium brûlant dans l'air. Il résulte de ce travail que la position et le caractère que j'assignai à cette raie en 1874 sont entièrement confirmés, c'est-à-dire que la raie de la nébuleuse ne coïncide pas avec la cannelure de MgO, mais qu'elle se trouve à peu de distance de celle-ci, vers le bleu.

» M. le Dr Copeland, M. le Professeur Joung et M. Keeler, de l'observatoire de Lick au mont Hamilton, ont tout récemment confirmé mes observations sur le caractère de la raie de la nébuleuse; et M. Keeler vient de me faire savoir par télégramme qu'il a reconnu aussi dans le spectre de la nébuleuse Σ. 5 que la position de la raie principale est plus réfrangible que la cannelure de MgO.

» Il n'est pas nécessaire d'insister sur l'importance de ces observations relativement aux idées qu'il faut se former de la nature des nébuleuses et de leur relation avec les autres corps célestes.

» *Spectre photographique.* — En 1889, j'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie une description du spectre photographique de la nébuleuse d'Orion et des mesures de trente des raies du spectre.

» Deux photographies prises cette année m'ont surpris en ce que les raies de l'hydrogène plus réfrangibles que Hγ, que j'avais cherchées en vain dans mes anciennes photographies, s'y montrent avec beaucoup de force. On reconnaît sur la plaque non seulement les raies brillantes de l'hydrogène *h* et H, mais aussi les raies α, β, γ du spectre ultra-violet que je découvris en 1880 comme raies obscures d'absorption dans les spectres des étoiles blanches, et que plus tard M. Cornu est parvenu à obtenir comme raies brillantes, en éliminant du tube à hydrogène spectral toutes les impuretés.

» Les raies de la nébuleuse, tant visibles que photographiques, ne sont pas uniformes dans toute l'étendue de leur longueur, mais contiennent des points ou nœuds qui deviennent subitement plus brillants, ces points correspondant aux petites parties plus brillantes qu'on remarque dans la surface marbrée de la nébuleuse. »

ZOOLOGIE APPLIQUÉE. — *Dispersion du Salmo quinnat sur les côtes méditerranéennes du sud-ouest de la France.* Note de MM. **A.-F. Marion** et **F. Guitel**, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« Durant notre séjour à Banyuls-sur-Mer, au magnifique laboratoire Arago, dont M. le professeur de Lacaze-Duthiers a doté la science zoologique, les pêcheurs de la localité nous ont présenté un poisson qui leur était inconnu et qui s'était engagé, pendant la nuit du 24 au 25 mai, dans les *trémails* posés entre l'île Grosse et le Troc.

» Nous avons constaté que cet animal est un Saumon quinnat (¹) ou Saumon de Californie (*Salmo quinnat* Richardson; *Oucorhynchus quinnat* Günther). Cette espèce exotique est assez mal connue. Günther ne lui consacre, dans son *Catalogue of the Fishes in the British Museum,* qu'une trop courte diagnose, et nous n'avons pas à notre disposition l'article que M. Raveret-Watel a donné sur ce Saumon, en janvier 1878, dans le *Bulletin de la Société d'Acclimatation*. Quoi qu'il en soit, voici les caractères

(¹) *Quinnat* est le nom donné à ce poisson et probablement aux autres Salmonidés par les Indiens; il signifie *brillant, éclatant* (Gunther, *loc. cit.*, vol. VI, p. 158).

génériques et spécifiques du seul individu que nous ayons eu à notre disposition, et sur lesquels est basée notre détermination.

» Le maxillaire supérieur est presque droit; il dépasse en arrière la tangente verticale au bord postérieur de l'œil. Les dents, qui sont coniques et légèrement recourbées en arrière, sont plus fortes à la mâchoire inférieure qu'à la supérieure. Aux deux mâchoires, les dents antérieures sont à très peu près de la même dimension que les postérieures, ce qui tient sans doute au jeune âge du poisson. Les dents vomérines sont disposées en une seule série longitudinale, le chevron du vomer en est complètement dépourvu. Chaque palatin porte également une seule série de dents, et il y en a une sur chacun des bords de la langue. Il n'y a aucune dent sur l'hyoïde.

» La nageoire pectorale compte quinze rayons, la ventrale dix, la dorsale quatorze, l'anale seize; il y a treize rayons branchiostèges, soixante-six vertèbres, cent trente à cent trente-cinq écailles de la ligne latérale et cent quatre-vingt-dix appendices pyloriques.

» Le préopercule est plus étroit que le diamètre de l'œil; le museau dépasse sensiblement la mandibule. L'appendice en forme d'écaille de la ventrale ne fait pas la moitié de la longueur de cette nageoire, mais fait plus du tiers. La caudale est fourchue, la longueur de ses rayons médians ne faisant pas tout à fait le quart de celle des rayons les plus longs.

» Les proportions de l'animal sont les suivantes: longueur totale, 213^{mm}; hauteur du corps au niveau du premier rayon de la dorsale, 43^{mm}; longueur de la tête, 47^{mm}; plus grande épaisseur de la tête, 20^{mm}; hauteur du tronçon de la queue au niveau de la base des rayons extrêmes de la caudale, $15^{mm},5$; épaisseur du tronçon de la queue au même niveau, 5^{mm}; distance entre l'extrémité du museau et le bord antérieur de l'œil, 12^{mm}; diamètre de l'œil, $8^{mm},5$; longueur du maxillaire supérieur, 20^{mm}; distance du centre de l'œil à l'angle postérieur du préopercule, 22^{mm}; plus grande hauteur du préopercule, 18^{mm}; plus grande largeur du préopercule, 6^{mm}; distance entre le bout du museau et l'origine de la dorsale, 85^{mm}; distance entre le dernier rayon de la dorsale et le premier de la caudale, $85^{mm},5$; longueur de la base de la dorsale, $21^{mm},5$; plus grande hauteur de la dorsale, 13^{mm}; longueur de la pectorale, 24^{mm}; distance entre la racine de la pectorale et celle de la ventrale, 50^{mm}; longueur de la ventrale, 22^{mm}; distance entre le premier rayon de la ventrale et le premier rayon de l'anale, $31^{mm},5$; longueur de l'anale, $24^{mm},5$; longueur des plus longs rayons de la caudale, 33^{mm}; longueur des rayons médians de la caudale, $7^{mm},5$.

» La couleur de l'animal est d'un blanc brillant argenté sur la moitié inférieure du corps et de la tête; à partir de la ligne latérale, la teinte devient grisâtre et se fonce de plus en plus, à mesure qu'on s'avance vers le haut, pour devenir tout à fait noire sur le dessus du corps et de la tête.

» Les pectorales sont noirâtres, excepté sur leur bord inférieur, tandis que les ventrales sont absolument dépourvues de pigment.

» Nous n'avons trouvé, dans le tube digestif, qu'une matière molle, facile à dissocier, qui a sans doute été coagulée par l'alcool et qui ne renfermait que des débris absolument indéterminables, même au microscope.

» La capture du *Salmo quinnat*, dont nous venons de donner la description, offre un intérêt tout particulier, car elle se lie aux essais d'acclimatation qui ont été faits récemment dans le bassin de la Méditerranée. On sait qu'à la suite de tentatives demeurées infructueuses pour introduire notre Saumon commun dans les cours d'eau tributaires de la Méditerranée, les Services des travaux publics, de concert avec la Société d'Acclimatation, ont entrepris, dans l'Aude, l'élevage du *Salmo quinnat*. De nombreux alevins ont été obtenus pendant l'hiver 1888-1889 et ont dû être lâchés depuis. Il importe d'être renseigné sur la destinée de ces poissons, et nous pensons que, dans l'intérêt de l'expérience en voie d'exécution, toutes les personnes compétentes de nos régions méridionales voudront s'unir pour constater, en divers lieux, d'une manière exacte, l'apparition des Saumoneaux nés aux laboratoires de Quillan et de Gesse. Les documents ainsi recueillis pourront seuls nous fixer sur les allures que ces colons prennent dans notre pays; ils permettront d'assurer leur propagation soit par des règlements spéciaux de pêche fluviale, soit par des travaux d'aménagement dans ceux de nos cours d'eau qu'ils préféreront.

» Nous ignorons si des observations du genre de celle que nous venons de faire à Banyuls ont été déjà enregistrées. Nous avons cru, en tout cas, utile d'attirer sur ce sujet l'attention de nos confrères du midi de la France.

» Nous constatons, pour notre part, que, dans les derniers jours de mai 1890, de petits Saumons quinnat se sont dispersés du nord au sud, jusqu'à 45 milles environ de l'embouchure de l'Aude. Il sera intéressant de rechercher si d'autres individus, faisant dans une direction différente, vers l'est, un trajet semblable, ne se sont point rapprochés des embouchures du Rhône.

» Les Administrations compétentes peuvent, dans ce but, organiser un service d'observation auquel nous sommes tout disposés à nous associer. »

PHYSIOLOGIE. — *Sur le pouvoir glycolytique du sang et du chyle.* — Note de MM. R. LÉPINE et BARRAL.

« La présente Note fait suite à celle qu'a publiée l'un de nous (*Comptes rendus*, 8 avril) sur l'existence normale dans le chyle d'un ferment destructeur du sucre (glycolytique), provenant du pancréas. Toutes nos expériences ont été faites avec le sang ou le chyle recueilli dans le canal thoracique du chien.

» 10^{gr} de sang sont reçus au sortir du vaisseau dans 40^{gr} de solution aqueuse de glucose pur, à 0,5 pour 100, additionnée de $\frac{1}{1000}$ de thymol. On prélève aussitôt un échantillon du mélange et l'on y dose le sucre au moyen de la liqueur de Fehling; puis on porte le mélange à l'étuve à 41° C.; et, au bout d'une heure, on y dose de nouveau le sucre. Avec le sang d'un chien sain, on trouve une perte de 4 à 6 pour 100; avec celui d'un chien rendu diabétique par l'ablation du pancréas (ou par l'ingestion de la phloridzine), la perte est nulle ou presque nulle.

» En opérant identiquement de même avec le chyle, on trouve, au bout d'une heure, une perte de sucre de 8 à 10 pour 100, c'est-à-dire presque double de celle qui se produit si c'est du sang, au lieu de chyle, qui est mélangé à la solution sucrée.

» Il s'en faut qu'il y ait toujours parallélisme entre le pouvoir glycolytique et le pouvoir saccharifiant d'un échantillon donné de sang ou de chyle. Par exemple, si ces humeurs ont séjourné deux ou trois heures à la température du laboratoire, le pouvoir glycolytique y est plus diminué que le pouvoir saccharifiant.

» Sans additionner le sang d'une solution sucrée, on peut apprécier exactement son pouvoir glycolytique en déterminant la quantité de sucre qu'il perd dans un temps donné (une heure par exemple) après sa sortie du vaisseau. Nous avons ainsi fait un très grand nombre d'expériences en dosant le sang par la méthode de Cl. Bernard, mais avec une modification essentielle qui nous a été suggérée par la notion de l'existence du ferment glycolytique dans le sang, et dont l'expérience nous a prouvé l'utilité.

» Si, en effet, on prend deux échantillons du même sang et qu'on y dose le sucre dans le premier par la méthode de Cl. Bernard, et dans le second en chauffant au préalable le sulfate de soude à 80° C., on trouve constamment, s'il s'agit d'un sang normal et non du sang d'un chien diabétique, *au moins* 5 pour 100 en plus dans le second échantillon. Sous l'influence du ferment, il se détruit donc un peu de sucre pendant la chauffe. En conséquence, nous recommandons de toujours porter au préalable le sulfate de soude à la température sus-indiquée (température à laquelle il fond complètement dans son eau de cristallisation) et d'y verser le sang goutte à goutte. Afin de nous mettre rigoureusement à l'abri de l'erreur qui résulterait de l'évaporation d'une certaine quantité d'eau, nous nous servons d'un flacon ne communiquant avec l'extérieur que par deux tubes étroits, dont l'un sert à l'arrivée du sang.

» Toutes choses égales, le sang normal abandonné à lui-même perd beaucoup plus de sucre que le sang d'un chien rendu diabétique par l'ablation du pancréas. La perte absolue, dans le même temps, peut être double, et la perte pour cent cinq fois plus grande. Dans l'espace d'une heure seulement à partir de la saignée, et à la température de 41° C., un sang diabétique perd, *au maximum*, 8 pour 100, un sang normal 38 pour 100.

» Avec un sang normal, les conditions de température sont celles qui exercent la plus grande influence sur la destruction du sucre : trois échantillons du même sang sont laissés pendant une heure, le premier à 51° C., le deuxième à 41° C., le troisième à 21° C. ; or les pertes sont 47, 38 et 6 pour 100.

» L'acide carbonique exerce une influence retardatrice bien marquée : le même sang qui, en une heure, à 41° C., perd 34 pour 100 dans l'air (et 36 pour 100 dans l'oxygène) ne perd que 15 pour 100 si on l'a agité avec de l'acide carbonique (¹).

» Si l'on asphyxie un chien, comme l'a fait M. Dastre, en le faisant respirer dans un espace confiné, et qu'on le saigne pendant la période d'asphyxie, on observe également que ce sang, toutes choses égales, perd beaucoup

(¹) Si, après l'avoir agité un quart d'heure avec CO^2, on enlève ce gaz avec la pompe à mercure et qu'on l'agite à l'air, il perd ultérieurement en une heure juste autant de sucre que s'il n'avait pas été soumis à l'action de CO^2. Ce gaz ne détruit donc pas le ferment.

moins de sucre : ainsi le sang d'un chien perdait en une heure (à 38° C.) 21 pour 100 de sucre avant l'asphyxie ; recueilli pendant celle-ci, il perdait 8 pour 100 seulement. On voit que la glycémie asphyxique de M. Dastre tient, *pour une petite part*, à la diminution de la destruction du glucose.

» Nous avons aussi étudié l'action des tissus vivants sur la destruction du sucre, et pour cela, nous avons eu recours à la circulation artificielle du sang dans un organe isolé (rein). Nous avons employé l'appareil de Jacobj. Voici nos résultats :

» Au bout d'une heure, 300^{cc} de sang normal ayant circulé dans un rein de chien pesant 30^{gr} ont perdu au moins 15 pour 100 de plus qu'un échantillon du même sang, à la même température et n'ayant pas circulé. Si l'on fait circuler du sang de chien diabétique dans un rein sain, la perte n'est que de 6 pour 100. Ainsi, avec un sang riche en ferment, les tissus détruisent plus de sucre.

» Les résultats précédents ne peuvent d'ailleurs donner une idée de ce qui a lieu chez l'animal vivant qu'à la condition de tenir compte du fait que le tissu rénal détruit relativement peu de sucre (Chauveau), et que, chez l'animal, les tissus sont, par rapport à la masse du sang, environ comme 14 est à 1, tandis que dans notre appareil le rein est au sang seulement comme 1 est à 10. »

M. Albert Gaudry fait hommage à l'Académie d'un Volume intitulé : *Les enchaînements du monde animal dans les temps géologiques. Fossiles secondaires*, et s'exprime en ces termes :

« J'ai l'honneur d'offrir à l'Académie un nouveau Volume de mon Ouvrage sur *les enchaînements du monde animal*. Il renferme 403 gravures exécutées d'après les dessins d'un artiste de talent et d'une grande conscience, M. Formant; la plupart sont originales et ont été faites avec des échantillons du Muséum, de l'École des Mines et de la Sorbonne. Dans un premier Volume, j'ai parlé des fossiles tertiaires; dans un autre Volume, j'ai traité des fossiles primaires; il me restait à présenter l'histoire des êtres secondaires; cette étude fait le sujet de mon troisième Volume.

» Ce Livre et ceux qui l'ont précédé ne forment pas un Traité complet de Paléontologie; c'est simplement l'œuvre d'un chercheur qui a tâché de saisir çà et là les liens des créatures des âges passés. Là où j'ai vu des enchaînements, je l'ai dit; là où j'ai vu des lacunes, je l'ai dit également. Ces

lacunes sont nombreuses encore; nous ne pouvons que préparer la voie à nos successeurs moins ignorants, qui peut-être un jour parviendront à découvrir le plan de la création.

» Si incomplet que soit cet Ouvrage, il a coûté plusieurs années de travail, car il embrasse tout le monde animal depuis les Sarcodaires jusqu'aux Mammifères. Les affectueux rapports qui règnent entre les géologues ont facilité ma tâche : M. Schlumberger pour les Foraminifères, M. Cotteau pour les Oursins, MM. Munier-Chalmas et OEhlert pour les Brachiopodes, M. Douvillé pour les Rudistes, M. Fischer pour tous les Mollusques, M. le Mesle pour les fossiles d'Algérie m'ont donné des informations précieuses; je les en remercie. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. **Aug. Tauleigne**, adresse une Note « Sur le mode d'emploi de deux machines de Gramme dans un circuit, où l'une fonctionne comme génératrice et l'autre comme réceptrice ».

(Commissaires : MM. Mascart, Marcel Deprez.)

MM. **J. Pomès** adresse une Note « Sur des expériences ayant trait à la locomotion aérienne ».

(Renvoi à la Commission des Aérostats.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

Une brochure de M. *Georges Boyer*, ayant pour titre « Remarques sur l'orographie des monts du Jura ». (Présentée par M. Daubrée.)

M. **Janssen** transmet le télégramme suivant, qui lui a été adressé par le Consul de France à la Canée (Candie) :

L'observation de l'éclipse par M. de la Baume a été faite à la Canée. Ciel pur. Épreuve daguerrienne de l'anneau réussie. Bon spectre du bord.

ASTRONOMIE. — *Observations de la comète Brooks (19 mars 1890), faites au grand equatorial de l'observatoire de Bordeaux.* Note de MM. **G. Rayet, Picart** et **Courty**, présentée par M. Mouchez.

Positions de la comète Brooks.

Dates 1890.	Temps moyen de Bordeaux.	Ascension droite apparente.	Log. fact. parallaxe.	Distance polaire apparente.	Log. fact. parallaxe.	Étoiles.	Observ.
	h m s	h m s		° ′ ″			
Mai 19....	11.27.47,2	20.23.53,02	$-\bar{1},771$	43.42.18,2	—0,519	1	L. Picart
20....	11.26.53,4	20.20.31,00	$-\bar{1},780$	42.38.35,2	—0,480	2	G. Rayet
21....	10.49. 1,9	20.16.59,69	$-\bar{1},799$	41.41. 0,3	—0,448	3	L. Picart
22....	11.29.27,4	20.12.43,85	$-\bar{1},786$	40.36. 6,0	—0,387	4	L. Picart
23....	10.20.22,5	20. 9.10,79	$-\bar{1},818$	39.41.42,9	—0,561	5	L. Picart
26....	9.23.14,3	19.55.35,85	$-\bar{1},846$	36.53.22,9	—0,611	6	L. Picart
29....	11.25.54,9	19.38.36,74	$-\bar{1},794$	34. 1.44,3	$-\bar{1},736$	7	L. Picart
30....	9.51. 9,5	19.32.49,87	$-\bar{1},875$	33.19. 7,0	—0,353	8	Courty
Juin 1....	11. 7.14,8	19.18.58,76	$-\bar{1},807$	31.27. 3,6	$-\bar{3},328$	9	L. Picart
4....	10.12.37,9	18.56. 7,97	$-\bar{1},864$	29. 9.19,1	$+\bar{1},775$	10	L. Picart
5....	11.31.48,0	18.47. 6,41	$-\bar{1},700$	28.25. 1,8	+0,209	11	L. Picart
7....	10.55.30,6	18.29. 5,13	$-\bar{1},743$	27.10.34,7	+0,213	12	G. Rayet
8....	10.55.22,7	18.19.23.45	$-\bar{1},718$	26.37. 3,4	+0,280	13	G. Rayet
9....	10. 4.37,3	18. 9.44,12	$-\bar{1},815$	26. 7.58,1	+0,884	14	Courty
14....	10.33.22,0	17.15.30,83	$-\bar{1},525$	24.58.24,7	+0,438	15	Courty
15....	10.38.23,3	17. 4.16,79	$-\bar{1},339$	24.19.51,3	+0,486	16	G. Rayet
16....	10.31.28,3	16.53. 9,24	$-\bar{1},264$	24.12.31,6	+0,496	17	L. Picart
19....	10.17. 1,1	16.20.28,52	$-\bar{2},694$	24.19.57,6	+0,502	18	G. Rayet
20....	10. 9.16,2	16.10. 1,27	$-\bar{2},298$	24.28.23,7	+0,500	19	L. Picart

Position moyenne des étoiles de comparaison pour 1890,0.

Étoiles de comp.	Catalogue.	Ascension droite moyenne.	Réduction au jour.	Distance polaire moyenne.	Réduction au jour.
		h m s	s	° ′ ″	″
1..	Lalande nº 39649, Cygne	20.27.24,75	+1,01	43.40.49,8	+16,35
2..	Argelander-OEltzen 20532 et 20533	20.22.46,34	+0,94	42.26.47,7	+16,21
3..	Argelander-OEltzen 20494-95-96	20.21.12,13	+0,95	41.39.53,2	+16,10
4..	Bonn, t. VII, nº 3229	20.10. 2.70	+1,10	40.32.21,4	+15,72
5..	Argelander-OEltzen 20107-08	20. 5.34,86	+1,18	39.44.21,5	+15,47
6..	Groombridge 3020	19.58.15,80	+1,42	36.47.51,3	+15,45
7..	Argelander-OEltzen 19596	19.41.16,05	+1,74	34. 5.53,5	+13,60
8..	Argelander-OEltzen 19459	19.33.43,49	+1,86	33.15.13,0	+13,06
9..	Rumker 7366	19.15.54,13	+2,14	31.27.35,2	+11,68

Étoiles de comp.	Catalogue.	Ascension droite moyenne	Réduction au jour.	Distance polaire moyenne.	Réduction au jour.
		h m s	s	° ′ ″	″
10..	Argelander-Œltzen 18874	18.58.50,26	+2,16	29.10.45,6	+ 9,92
11..	Argelander-Œltzen 18638	18.43.32,66	+2,62	28.29. 8,5	+ 8,65
12..	Argelander-Œltzen 18287	18.24.33,36	+2,86	27. 7.33,6	+ 6,79
13..	Argelander-Œltzen 18063	18.12.17,04	+2,97	26.41.26,1	+ 5,63
14..	Lalande 33621	18. 6.58,89	+3,05	26. 7. 0,5	+ 4,94
15..	Argelander-Œltzen 17100	17.20.24,68	+3,34	24.44.59,3	+ 0,07
16..	ζ Dragon — *Conn. des Temps*	17. 8.28,14	+3,33	24. 8.56,7	— 1,30
17..	Argelander-Œltzen 16494	16.41. 6,89	+3,24	24.23.37,4	— 3,48
18..	Argelander-Œltzen 16107	16.15.36,99	+3,06	24.30.23,6	— 6,05
19..	Bonn, VII, n° 1105	16.12.30,79	+3,04	24.29.36,7	— 6,52

» Ces observations font suite à celles de la même comète déjà publiées dans les *Comptes rendus* des 31 mars, 8 avril et 19 mai 1890. »

ASTRONOMIE. — *Éléments et éphéméride de la nouvelle planète* (293), *découverte à l'observatoire de Nice, le* 20 *mai* 1890. Note de M. **Charlois**, présentée par M. Faye.

Époque : 1890 juin 5,5. Temps moyen de Paris.

M............	92° 40′ 41″, 4	
π............	139. 48.27, 1	Équinoxe moyen 1890,0
☊............	62. 12.31, 8	Équinoxe moyen 1890,0
i............	16. 25. 6, 3	Équinoxe moyen 1890,0
φ............	7. 53.15, 3	
log *a*..........	0,4599530	
μ............	724″,5646	

» Ces éléments ont été calculés à l'aide des observations faites à Nice les 23 mai, 5 et 17 juin 1890. Nous en avons déduit l'éphéméride suivante, pour minuit de Paris :

Positions moyennes 1890,0.

Dates 1890.	α.	δ.	log Δ.	log *r*.
	h m s			
Juillet 5.....	15.43.59	−24°14′,6	0,3396	0,4763
» 7.....	43.19	18,6		
» 9.....	42.46	22,7	0,3485	0,4771
» 11.....	42.18	26,9		

Dates 1890.	α.	δ.	log Δ.	log r.
Juillet 13.....	15ʰ41ᵐ56ˢ	−24°31′,3	0,3577	0,4778
» 15.....	41.41	35,7		
» 17.....	41.31	40,3	0,3671	0,4785
» 19.....	41.28	45,0		
» 21.....	15.41.31	−24.49,8	0,3767	0,4793

ASTRONOMIE. — *Éclipse partielle de Soleil du 17 juin au matin, observée à Nice.* Note de M. **Perrotin**, présentée par M. Faye.

« L'empereur don Pedro a observé l'éclipse, par projection, avec l'équatorial de $0^m,38$ d'ouverture et un grossissement de 140 fois.

» L'empereur a noté le second contact à

$$11^h 16^m 23^s,7.$$

» L'éclipse a été également observée par MM. Charlois, Javelle et Perrotin.

Premier contact.	Deuxième contact.	Ouverture de l'instrument.	Grossissement.	Observateurs.
8ʰ30ᵐ29ˢ,7	11ʰ16ᵐ13ˢ,9	66ᵐᵐ	35	Charlois.
8.30.29,3	11.16.25,5	103	40	Javelle.
8.30.16,3	»	93	25	Perrotin.

» Les heures sont exprimées en temps moyen de l'observatoire. »

ASTRONOMIE. — *Observation de l'éclipse de Soleil du 16-17 juin 1890, faite à l'équatorial Brunner* (0^m, 165 *d'ouverture libre*) *de l'observatoire de Lyon.* Note de M. **Gonnessiat**, présentée par M. Mouchez.

« On observe avec un grossissement de 100 diamètres. L'objectif est couvert par un réseau de toile métallique; les conditions atmosphériques sont excellentes et la netteté des images parfaite.

» A $20^h 14^m 27^s$, temps moyen de Paris, on aperçoit comme une ombre sur une portion très restreinte du bord solaire; deux secondes plus tard, l'échancrure est sensible. On remarque qu'elle semble creusée plus que ne le comporte sa hauteur et que le bord en est estompé vers le Soleil : ce phénomène ne dure que quelques secondes.

» Pendant toute la durée de l'éclipse, le contour de l'échancrure montre avec la plus grande netteté les accidents du profil lunaire; on ne constate aucune déformation à la pointe des cornes. On ne réussit pas à distinguer le bord de la Lune dans la partie projetée hors du Soleil.

» On a mesuré les angles de position des cornes en formant avec l'extrême bord et une croisée de fils trois des côtés d'un petit rectangle, où l'on apprécie assez facilement soit le parallélisme, soit la perpendicularité. Voici le résultat de ces mesures, où chaque valeur est la moyenne de dix déterminations et dont la deuxième correspond à fort peu près à la plus grande phase :

Corne.	Temps moyen de Paris.	Angle de position. ☉.	Angle de position. ☾.	Angle de la pointe.
	h m s	°	°	°
Est......	21.20.32	114,6	55,4	59,2
Ouest....	21.32.19	219,7	275,7	56,0
Est......	22. 5.31	70,3	353,2	77,1
Ouest....	22.24.50	151,7	250,6	98,9

» A la fin de l'éclipse, le disque solaire, masqué par des cirrus, est très pâle, bien qu'on ait enlevé le réseau métallique; on note le dernier contact à $22^h 50^m 39^s$, temps moyen de Paris, avec une incertitude de 2^s.

» La durée totale de l'éclipse a été plus faible de $0^m,7$ que celle qui a été calculée dans la *Connaissance des Temps*. »

ASTRONOMIE. — *Sur l'éclipse partielle de Soleil du* 16-17 *juin* (*observatoire d'Alger*). Note de M. **Ch. Trépied**, présentée par M. Mouchez.

« Les conditions atmosphériques qui, sur le sommet de la Bouzaréa, ont accompagné l'éclipse du 16-17 juin m'ont forcé de modifier le programme que je m'étais tracé pour l'étude de ce phénomène.

» Des brumes passaient fréquemment sur le Soleil, circonstance très gênante pour les observations spectroscopiques qui exigent une certaine continuité; je dus, en conséquence, me résoudre à sacrifier ces dernières et me borner à profiter des éclaircies pour photographier l'éclipse. Le nombre des photographies que j'ai pu prendre, avec mon aide, M. Rabourdin, est de 26.

» Voici les résultats obtenus, pour les instants des contacts, par les différents observateurs :

	Premier contact.	Dernier contact.	Ouverture employée.	
	h m s	h m s	m	
MM. Rambaud......	19.54.12	22.45.36	0,200	Temps moyen de l'observatoire d'Alger.
Renaux........	19.54.24	22.45.45	0,160	
Sy............	19.54.11	22.45.42	0,051	
Trépied.......	19.54.20	22.45.44	0,150	

» Ni avant le premier contact, ni après le dernier, il n'a été possible d'apercevoir le disque de la Lune ; mais, pendant l'éclipse, on voyait assez bien le disque lunaire se prolonger au delà du Soleil à 3 ou 4 minutes d'arc du bord de ce dernier. C'est un fait que j'avais déjà eu l'occasion d'observer en Égypte pendant l'éclipse totale de 1882. Ce prolongement du disque lunaire au delà du Soleil s'aperçoit également sur un certain nombre des photographies.

» Les sept dixièmes environ du diamètre solaire étaient éclipsés pour Alger. Le maximum de l'éclipse est nettement marqué sur le diagramme du thermomètre enregistreur de Richard, qui accuse un abaissement correspondant de température de 1°,4. On pouvait alors, pendant les instants où le ciel était pur, constater un affaiblissement déjà très considérable de la lumière. »

ASTRONOMIE. — *L'éclipse de Soleil du 17 juin.* Note de M. **E.-L. Trouvelot.**

« Une couche épaisse de nuages a rendu l'observation de l'éclipse partielle du 17 juin fort difficile à Meudon. Le premier contact a passé inaperçu, mais une éclaircie de quelques secondes, survenue à $8^h 28^m$, permit de constater que le disque solaire était déjà assez fortement entamé par la Lune.

» L'astre, resté à peu près continuellement invisible jusque vers 10^h, se montre ensuite de temps en temps entre les nuages, devenus un peu moins épais, et bientôt il fut possible d'obtenir quelques photographies des phases de l'éclipse :

	h m s
La première fut obtenue à........	10.10. 2
La deuxième »	10.13. 2
La troisième »	10.16.57
La quatrième »	10.19.52

» Vers la fin de l'éclipse, le ciel était redevenu sombre et le Soleil invisible. A $10^h 43^m 30^s,5$, il y eut cependant une courte éclaircie, pendant laquelle je constatai que la Lune était invisible, et que le bord solaire avait repris sa régularité parfaite.

» J'avais préparé pour cette éclipse un dispositif spécial à l'aide duquel on pouvait espérer apercevoir quelques traces de la couronne, si toutefois le ciel était parfaitement pur durant le phénomène. Ce dispositif, rendu inutile par le mauvais état de l'atmosphère, aura cependant rendu quelques services, puisque, à son aide, j'ai déjà pu fixer sur la plaque sensible des traces bien évidentes des petits corps lumineux que j'observe depuis 1878 dans le voisinage du Soleil, et que j'ai fait connaître en 1880, sous le nom de *spectres fugitifs*, dans le tome XIX des *Annales de Chimie et de Physique*.

» Ces curieux corps lumineux, maintenant à l'étude, feront le sujet d'une prochaine Communication. »

GÉODÉSIE. — *Sur le zéro international des altitudes*. Note de M. Ch. Lallemand, présentée par M. Maurice Lévy (1).

« La plupart des pays de l'Europe ont choisi comme point de départ de leurs altitudes le niveau moyen de la mer en un point de leurs côtes. Ainsi la France et l'Italie ont adopté le niveau moyen de la Méditerranée respectivement à Marseille et à Gênes; l'Autriche celui de l'Adriatique à Trieste; la Belgique celui de la mer du Nord à Ostende. Par exception, la Hollande et l'Allemagne ont pris deux zéros situés à $0^m,14$ et $0^m,20$ environ au-dessus du niveau moyen de la mer du Nord.

» Lorsque les réseaux de nivellement des divers pays eurent été reliés les uns aux autres, on trouva des dénivellations importantes entre les niveaux moyens des différentes mers. Le long d'un littoral, l'altitude du niveau moyen variait même notablement d'un lieu à un autre. Ainsi la Méditerranée, à Marseille, se trouvait de $1^m,10$ en contre-bas de l'Océan, à Brest; la dépression était de $0^m,65$ entre Alicante et Santander, et de 0,32 entre Trieste et Amsterdam. Ces écarts paraissaient de beaucoup supérieurs aux erreurs possibles des opérations; aussi ne mit-on pas en

(1) En présentant cette Note, M. Maurice Lévy n'entend pas prendre parti dans la question, mais seulement soumettre à la discussion les chiffres et les observations de l'auteur.

doute leur réalité. Mais, pour remédier aux inconvénients résultant de la diversité des niveaux de comparaison, on proposa de rapporter à un zéro unique tous les nivellements de l'Europe continentale.

» Les écarts en question, cependant, sont-ils bien réels? Il est permis d'en douter quand on jette les yeux sur le Tableau ci-après :

Mers.	Postes d'observation.	Cotes du niveau moyen par rapport au zéro actuel de Marseille — d'après les anciennes observations.	d'après les opérations les plus récentes.
		m	m
Adriatique	Trieste	+ 0,42	+ 0,02
	Venise	»	— 0,05
	Porto-Corsini	»	— 0,04
	Ancône	»	— 0,08
Méditerranée	Gênes	»	— 0,05
	Savone	»	— 0,02
	Nice (médimarémètre)	— 0,08	— 0,06
	Marseille (marégraphe totalisateur).	+ 0,07	+ 0,00
	Cette (médimarémètre)	+ 0,11	+ 0,03
	Port-Vendres (id.)	»	+ 0,07
Océan Atlantique.	Saint-Jean-de-Luz (Le Socoa)	»	+ 0,25
	Brest	+ 1,10	+ 0,07
Manche	Cherbourg	+ 0,90	+ 0,09
Mer du Nord	Amsterdam	+ 0,74	— 0,01
	Cuxhaven	+ 0,66	— 0,03
Baltique	Travemünde	+ 0,68	— 0,09
	Varnemünde	+ 0,74	— 0,04
	Swinemünde	+ 0,86	— 0,02

» Les nombres de la dernière colonne sont affectés d'erreurs probables pouvant atteindre $\pm 0^m,15$. Ainsi, entre Trieste et Amsterdam, les divers nivellements donnent des dénivellations qui divergent de $0^m,50$, et un pareil écart n'a rien d'anormal. Néanmoins, l'accord des derniers résultats est trop remarquable pour être purement accidentel.

» L'égalité de niveau entre la Méditerranée et l'Océan paraît, il est vrai, inconciliable avec la différence moyenne de 0,002 trouvée entre les densités des deux mers. Mais la même objection peut être faite contre l'équilibre parfaitement établi de la Baltique et de la mer du Nord, dont les densités diffèrent cependant de 0,022 et qui, reliées par un seuil de 18^m de profondeur (Grand Belt), devraient présenter une dénivellation de

$0^m,40$. Les irrégularités de salure et de densité des mers seraient-elles seulement superficielles ?

» D'autre part, le désaccord des anciennes mesures tient à l'existence d'erreurs systématiques, attribuables en partie aux opérations elles-mêmes, en partie au défaut de parallélisme des surfaces terrestres de niveau. Cette dernière cause, seule, produit $0^m,34$ d'erreur dans la dénivellation de $0^m,65$ trouvée entre Alicante et Santander, et $0^m,14$ dans celle de $0^m,32$ entre Trieste et Amsterdam.

» L'ancienne hypothèse de l'uniformité du niveau des mers pourrait bien se voir prochainement réhabilitée dans l'ensemble, abstraction faite peut-être de quelques anomalies locales.

» Si la Hollande et l'Allemagne abaissaient spontanément de $0^m,15$ à $0^m,20$ leurs zéros d'altitudes, l'unification se trouverait réalisée de fait sur toute l'Europe, dans la mesure utile pour les besoins de la pratique. Vouloir faire plus et adopter comme zéro international un point unique, aurait l'inconvénient de mettre en jeu, sans nécessité, les amours-propres nationaux, et obligerait à faire une compensation générale de tous les nivellements européens, opération forcément arbitraire et, d'ailleurs, matériellement impossible à exécuter par les méthodes dites rigoureuses. Au reste, cette opération serait-elle possible, qu'il faudrait constamment la recommencer pour tenir compte de nivellements nouveaux ou de réfections d'anciennes lignes. L'hypsométrie fondamentale de l'Europe se trouverait ainsi livrée à une perpétuelle instabilité et les Catalogues d'altitudes des divers pays auraient à subir des remaniements continuels. Ainsi, l'Espagne devrait aujourd'hui augmenter de $0^m,80$ toutes ses altitudes si, par exemple, le niveau moyen de la mer du Nord, à Amsterdam, avait été adopté comme zéro international avant l'exécution du nouveau réseau français. Ajoutons qu'un zéro international choisi sur le continent aurait le défaut de tenir les pays insulaires en dehors de l'unification générale.

» Le niveau moyen de la mer, au contraire, qui paraît être le même sur toutes les côtes ouvertes, offre une base que chaque pays peut retrouver lui-même sur son littoral, par des mesures directes, sans recourir aux nivellements plus ou moins exacts des pays voisins. Au point de vue pratique, l'unification des altitudes avec cette base se trouve réalisée en fait aujourd'hui dans toute l'Europe, la Hollande et l'Allemagne exceptées. Avec le temps et le progrès des opérations, on verra les petits écarts qui existent encore entre les zéros nationaux disparaître peu à peu par une

entente facile entre les pays limitrophes et sans l'intervention compliquée d'une compensation générale.

» Pour les besoins scientifiques, on peut se contenter d'une compensation approximative, constamment tenue à jour, limitée aux repères internationaux et aux stations marégraphiques, donnant les relations de hauteur entre les divers zéros nationaux et les niveaux moyens locaux des différentes mers. »

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Sur un dynamomètre à lecture directe.* Note de M. G. Trouvé, présentée par M. Lippmann.

« J'ai l'honneur de soumettre à l'Académie un dynamomètre universel à lecture directe du travail, dont les indications peuvent être, à chaque instant, établies, lues et interprétées sans le secours d'opérations mathématiques.

» Le travail est le produit d'un couple par une vitesse ou plus exactement le chemin parcouru par le couple.

» Le dynamomètre se compose donc de deux parties distinctes : l'une qui mesure le couple, l'autre la vitesse ; et dans bien des cas où couple et vitesse sont fonction l'un de l'autre, il indique directement le travail.

» *Mesure du couple.* — J'obtiens la mesure du couple à l'aide d'un ressort composé de une ou plusieurs lames élastiques plates dont j'utilise la torsion et que je loge dans l'axe même du dynamomètre pour éviter les effets de la force centrifuge et les chocs : la lame élastique travaille sans frottement et loin de sa limite d'élasticité.

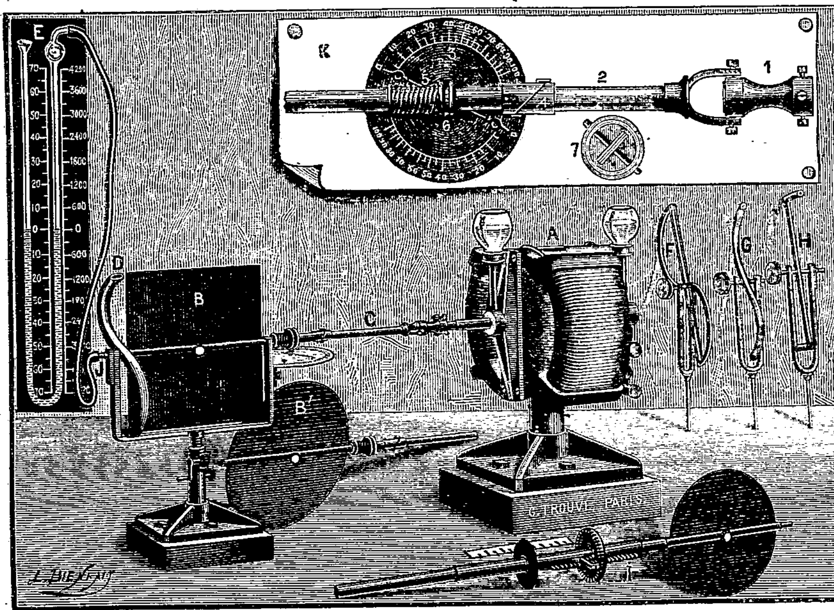
» Pour convertir le mouvement de torsion en un mouvement longitudinal, je fixe les extrémités de la lame à deux tubes qui se recouvrent concentriquement et peuvent suivre les mouvements de rotation de celle-ci (*fig.* 1, vue K, n° 7).

» Un de ces tubes porte un manchon fixe B (*fig.* 2, 3), découpé en plan incliné, et l'autre un manchon mobile B' et tout semblable, ramené constamment contre le premier par un léger ressort antagoniste à boudin F, de manière que les deux plans coïncident dans la position normale au repos. J'ai substitué le plan incliné au pas hélicoïdal que j'employais d'abord, afin de ne plus avoir à m'occuper du sens du mouvement ni de la position des machines entre elles.

» Le manchon mobile, guidé par une coulisse, ne peut prendre qu'un mouvement longitudinal, et c'est ce mouvement que j'utilise pour actionner

Fig. 1.

Dynamomètre d'absorption pour les petites forces, avec moteur et divers modèles de compte-tours.



LÉGENDE.

A, moteur en expérience pouvant développer 30^{kgm} ou 40^{kgm}.

B, B', frein d'absorption à palette carrée ou circulaire approprié à la mesure des petites forces, depuis celles de quelques grammètres jusqu'à celles de 30^{kgm} ou 40^{kgm}.

C, dynamomètre à indication curviligne du couple sur un cadran dont on voit les détails amplifiés au sommet de la figure.

I, dynamomètre à indication rectiligne du couple par le jeu d'un manchon à crémaillère et à pignon.

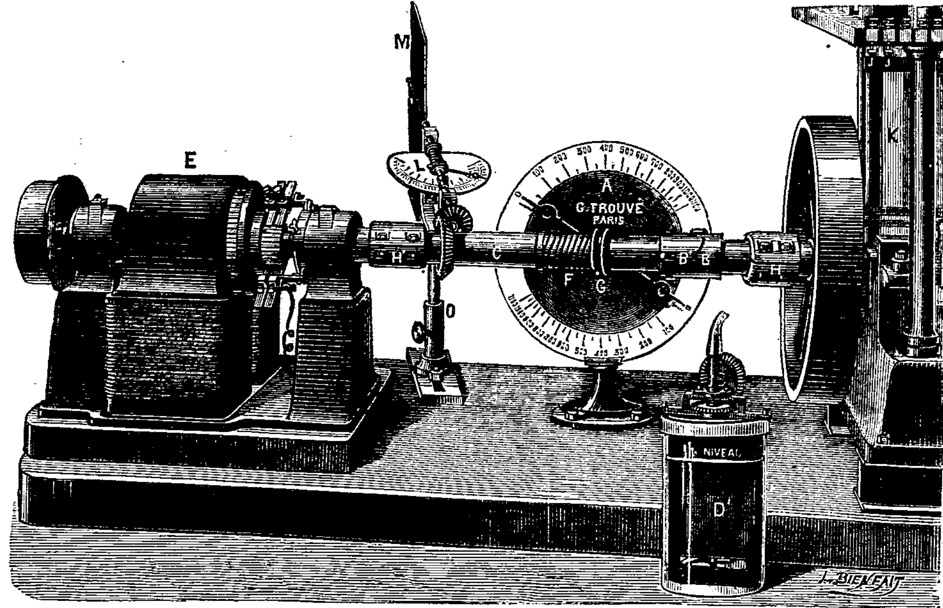
K, détails amplifiés du dynamomètre:

1. Manchon universel à la Cardan s'adaptant sur l'arbre du moteur en expérience.
2. Dynamomètre à ressort plat fixé par chacune de ses extrémités à deux tubes concentriques constituant l'axe du système et dont les positions relatives déterminent les différents degrés de torsion du ressort dynamométrique indiqués par une aiguille sur le cadran 3.
3. Cadran gradué empiriquement indiquant les couples.
4. Plans inclinés transformant le mouvement de torsion du ressort en mouvement longitudinal actionnant soit l'aiguille du cadran 3, soit la crémaillère du mouvement rectiligne de l'index du dynamomètre I.
5. Ressort antagoniste ramenant la partie mobile du manchon dans sa position normale au repos.
6. Gorge profonde sur le manchon mobile dans laquelle s'engage l'arbre coudé de l'aiguille pour l'entraîner dans son mouvement.
7. Coupe transversale ou ressort dynamométrique qui peut être composé de plusieurs lames.

l'aiguille du cadran où j'ai inscrit empiriquement les variations des deux facteurs du travail et le travail lui-même.

Fig. 2.

Dynamomètre d'absorption avec machine dynamo-électrique (modèle définitif).



LÉGENDE.

A, cadran indicateur du couple.
B, B', manchons fixe et mobile à plans inclinés actionnant l'aiguille du cadran A.
C, arbre du dynamomètre.
F, ressort antagoniste à boudin ramenant le manchon mobile dans sa position normale au repos.
G, gorge profonde du manchon mobile B' agissant sur l'arbre coudé de l'aiguille du cadran A.
OLM, cadran indiquant les vitesses angulaires par un mécanisme en tout semblable, mais en réduction, à celui du dynamomètre d'absorption à palettes (*fig.* 1).

» Ce cadran est gradué empiriquement de la manière suivante : l'axe du ressort dynamométrique est solidement relié d'un bout à l'arbre du moteur et de l'autre à un double levier équilibré dont le bras est de $15^{cm},92$; de sorte que chaque kilogramme appliqué au bout de ce bras de levier représente un kilogrammètre par tour de l'arbre.

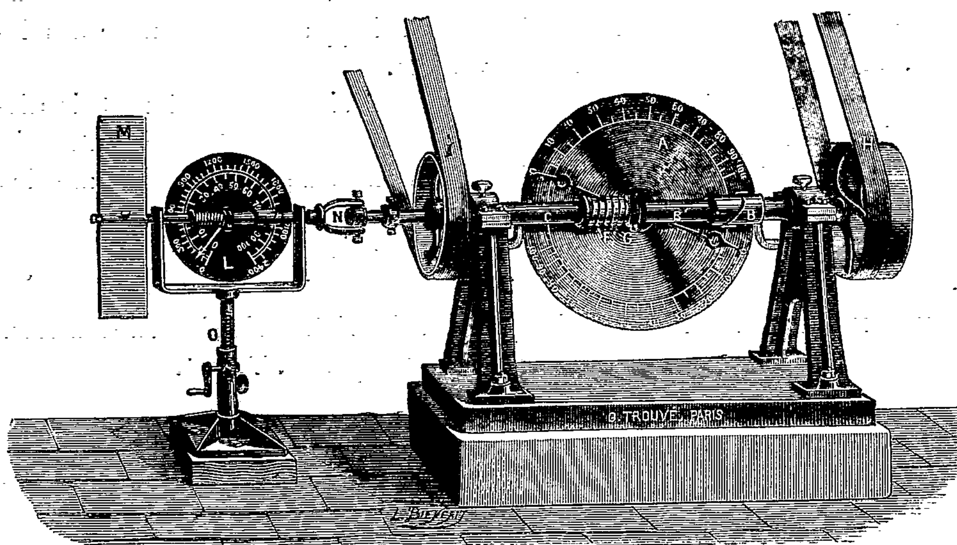
» Je charge l'un des plateaux jusqu'à ce que j'aie atteint le maximum de torsion limité, par deux buttoirs, à 180° dans chaque sens et je détourne le moteur, en agissant sur le volant, pour rendre le levier bien horizontal; puis, vis-à-vis de la position de l'aiguille, j'inscris le poids tenu en équilibre,

100^{kg} par exemple. Je retire successivement 1^{kg}, 2^{kg}, 3^{kg} et répète l'opération précédente.

» La graduation opérée du maximum au minimum sera très exacte.

» *Mesure des vitesses angulaires.* — Après avoir essayé différents systèmes tachymétriques et manométriques, j'ai adopté comme indicateur des vitesses un compteur OLM (*fig.* 3) de tours, en tout semblable au dynamomètre proprement dit et d'une constitution plus robuste et plus mécanique; ses dimensions se trouvent seulement réduites.

Fig. 3.



La légende de cette figure est identique à celle de la figure précédente.

» Ainsi constitué le dynamomètre universel sert à volonté de frein d'absorption et de transmission.

» Pour les faibles machines à grandes vitesses, l'absorption s'opère par un volant à ailettes plates en rotation dans l'air ou dans un milieu plus dense : eau ou mercure; dans ce cas, quand on a essayé diverses machines, l'effort est fonction de la vitesse, et je puis, en regard du prolongement de l'aiguille des efforts qui est double, tracer un cadran qui représentera directement le travail lui-même.

» Quant aux machines puissantes, j'absorbe leur travail au moyen d'une dynamo dans le circuit de laquelle j'intercale des résistances variables arbitraires ou utiles (*fig.* 2).

» En résumé, le dynamomètre universel donne à tout moment des indications précises et à lecture directe, indépendantes des erreurs de calcul et d'appréciation; ses résultats sont constants et permanents, ce qui permet de les enregistrer à l'aide de courbes d'étalonnage établies expérimentalement une fois pour toutes, et de comparer le prix de revient au travail rendu.

» Il convient aux petites forces et aux grandes, s'adapte entre la puissance et la résistance sans qu'on ait à s'occuper ni du sens du mouvement, ni de la position des machines entre elles. L'emploi du ressort plat évite les frottements, les effets de la force centrifuge et les chocs, et l'on peut, grâce à lui, proportionner la puissance de l'appareil au nombre des lames, et cela sans augmenter son volume.

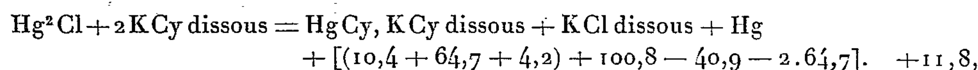
» Cet instrument est en même temps un frein d'absorption et de distribution. Sa simplicité est une garantie de son bon fonctionnement, et le frottement tout à fait négligeable des organes de mesure est une des raisons de l'exactitude de ses indications. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Action réciproque des sels haloïdes alcalins et mercureux.* Note de M. A. **Ditte**, présentée par M. Troost.

« On sait vaguement que le calomel est décomposé par le sel marin en sel mercuriel soluble et mercure métallique; ce qui se produit en ces circonstances est un cas particulier d'une action générale qu'exercent les sels haloïdes alcalins sur les sels haloïdes mercureux, action qui s'accomplit de deux manières différentes. J'examinerai seulement ici ce que donnent les sels de potassium.

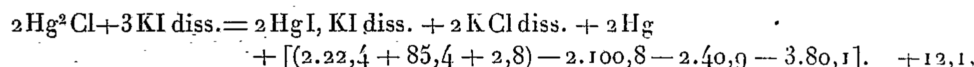
» Soit d'abord le chlorure mercureux : une solution concentrée de cyanure de potassium le décompose immédiatement à froid, il devient gris et disparaît bientôt ne laissant qu'un résidu de mercure. Or le dédoublement pur et simple du calomel en chlorure mercurique dissous et mercure, absorberait $-11^{cal},1$ qui ne peuvent être compensées par les 0,2 que le chlorure mercurique dégage, comme M. Berthelot l'a établi (*Annales de Chimie et de Physique*, 5e série, t. XXIX, p. 201, 231, 249; t. XXIII, p. 85), en formant le composé HgCy, KCy diss.; et, en effet, il se passe autre chose : le système AgCl diss. + KCy diss., dont la formation dégage $94^{cal},5$, se change en le système HgCy diss. + KCl diss. qui, formé avec dégagement de $110^{cal},9$, correspond au maximum thermique, et le sel double restant

dissous dans l'excès de cyanure alcalin, on a :



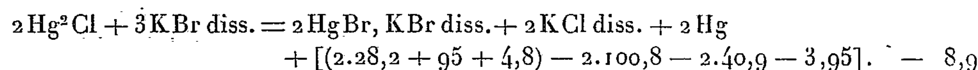
$$Hg^2Cl + 2KCy \text{ dissous} = HgCy, KCy \text{ dissous} + KCl \text{ dissous} + Hg$$
$$+ [(10,4 + 64,7 + 4,2) + 100,8 - 40,9 - 2.64,7]. \quad +11,8,$$

réaction nettement exothermique. Il en sera de même si l'on fait agir l'iodure de potassium sur le calomel; il le décompose à froid avec séparation de mercure dont le poids est bien la moitié de celui que renferme le calomel employé; la réaction

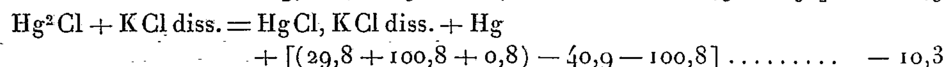


$$2Hg^2Cl + 3KI \text{ diss.} = 2HgI, KI \text{ diss.} + 2KCl \text{ diss.} + 2Hg$$
$$+ [(2.22,4 + 85,4 + 2,8) - 2.100,8 - 2.40,9 - 3.80,1]. \quad +12,1,$$

tout à fait analogue à la précédente, est exothermique comme elle. Il n'en sera plus de même avec le bromure ni avec le chlorure de potassium



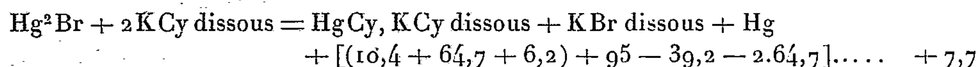
$$2Hg^2Cl + 3KBr \text{ diss.} = 2HgBr, KBr \text{ diss.} + 2KCl \text{ diss.} + 2Hg$$
$$+ [(2.28,2 + 95 + 4,8) - 2.100,8 - 2.40,9 - 3,95]. \quad -8,9$$



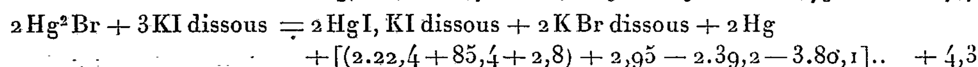
$$Hg^2Cl + KCl \text{ diss.} = HgCl, KCl \text{ diss.} + Hg$$
$$+ [(29,8 + 100,8 + 0,8) - 40,9 - 100,8] \ldots\ldots\ldots \quad -10,3$$

Nous reviendrons tout à l'heure sur ces deux réactions endothermiques.

» Soit en second lieu le bromure mercureux : lui aussi est immédiatement décomposé à froid par une solution concentrée de cyanure de potassium, et se dissout totalement, sauf un résidu de mercure, dans le cyanure en excès; les choses se passeront d'une manière analogue avec l'iodure de potassium, cyanure et iodure alcalins donnant lieu aux deux réactions exothermiques :

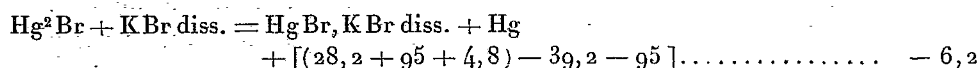


$$Hg^2Br + 2KCy \text{ dissous} = HgCy, KCy \text{ dissous} + KBr \text{ dissous} + Hg$$
$$+ [(10,4 + 64,7 + 6,2) + 95 - 39,2 - 2.64,7] \ldots\ldots \quad +7,7$$



$$2Hg^2Br + 3KI \text{ dissous} = 2HgI, KI \text{ dissous} + 2KBr \text{ dissous} + 2Hg$$
$$+ [(2.22,4 + 85,4 + 2,8) + 2,95 - 2.39,2 - 3.80,1] \ldots \quad +4,3$$

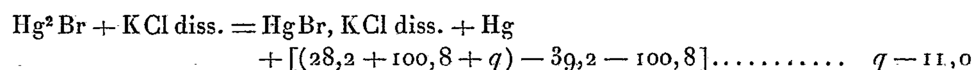
» Le bromure de potassium agissant sur le bromure mercureux donnera, au contraire, la réaction endothermique



$$Hg^2Br + KBr \text{ diss.} = HgBr, KBr \text{ diss.} + Hg$$
$$+ [(28,2 + 95 + 4,8) - 39,2 - 95] \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots \quad -6,2$$

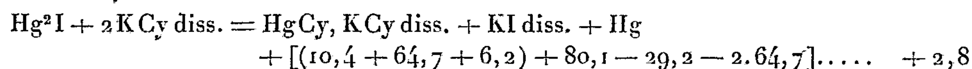
» Quant à l'action du chlorure de potassium sur le bromure mercureux, elle ne peut plus être représentée par une formule analogue à celles qui nous ont servi pour le cyanure et l'iodure; en effet, le système HgBr diss. + KCl diss., dont la formation dégage $+129^{cal}$, correspond

au maximum thermique si on l'oppose au système HgCl diss. + KBr diss. formé avec dégagement de $+ 124^{cal},8$ seulement; nous avons donc

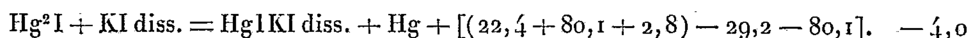

$$Hg^2Br + KCl \text{ diss.} = HgBr, KCl \text{ diss.} + Hg + [(28,2 + 100,8 + q) - 39,2 - 100,8] \ldots\ldots \quad q - 11,0$$

réaction certainement endothermique, la chaleur de dissolution du bromure mercurique dans un excès de chlorure de potassium étant inférieure à la différence $28,2 - 39,2$ des chaleurs de formation des bromures mercureux et mercurique.

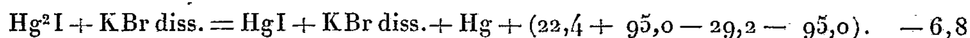
» Considérons enfin l'iodure mercureux : il sera attaqué encore par le cyanure de potassium

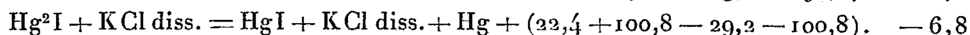

$$Hg^2I + 2KCy \text{ diss.} = HgCy, KCy \text{ diss.} + KI \text{ diss.} + Hg + [(10,4 + 64,7 + 6,2) + 80,1 - 29,2 - 2.64,7] \ldots\ldots \quad +2,8$$

mais la réaction, moins exothermique qu'avec le bromure et le chlorure mercureux, sera moins facile, et ce n'est qu'en chauffant un peu que la liqueur s'éclaircit et que le mercure isolé se rassemble. L'action de l'iodure de potassium est endothermique


$$Hg^2I + KI \text{ diss.} = HgIKI \text{ diss.} + Hg + [(22,4 + 80,1 + 2,8) - 29,2 - 80,1]. \quad -4,0$$

» Avec le bromure et le chlorure de potassium, le maximum thermique correspond aux systèmes HgI + KBr dissous et HgI + KCl dissous; il ne peut donc y avoir échange de bases, et nous aurons


$$Hg^2I + KBr \text{ diss.} = HgI + KBr \text{ diss.} + Hg + (22,4 + 95,0 - 29,2 - 95,0). \quad -6,8$$


$$Hg^2I + KCl \text{ diss.} = HgI + KCl \text{ diss.} + Hg + (22,4 + 100,8 - 29,2 - 100,8). \quad -6,8$$

la chaleur de dissolution de l'iodure mercurique dans un excès de bromure ou de chlorure de potassium étant négligeable.

» Si nous revenons à toutes ces réactions endothermiques, l'expérience nous montre que cependant on peut les réaliser; ainsi le calomel, qui paraît n'éprouver à froid aucune action de la part du chlorure de potassium, devient gris quand on le chauffe avec des dissolutions de ce sel, l'altération étant d'ailleurs d'autant plus difficile que la liqueur est plus étendue; et dans tous les autres cas qui se rapportent à une réaction endothermique, on peut observer à chaud une altération plus ou moins facile du sel mercureux.

» Or il est bien facile de comprendre pourquoi ces réactions endothermiques se réalisent, si l'on considère que les sels haloïdes mercureux sont

dissociés par l'eau, très faiblement, il est vrai, surtout à froid; mais si on les fait bouillir avec de grandes quantités d'eau successivement renouvelées, ils laissent finalement un résidu de mercure. Si, au contact du sel mercureux ainsi dissocié, nous mettons un sel haloïde alcalin, celui-ci s'unira au sel mercurique formé pour constituer un sel double, et cette combinaison du sel mercurique rompra l'équilibre qui correspond à la dissociation du sel mercureux; une nouvelle dose de celui-ci se séparera donc pour le rétablir en mercure et sel mercurique, qui se combinera de nouveau au sel alcalin en excès, et ainsi de suite, si bien que la décomposition de ce sel mercureux ira en croissant. De son côté, le sel double est, lui aussi, dissociable par l'eau, et d'autant mieux que la dissolution est plus étendue; il s'établira donc dans toute liqueur donnée un équilibre particulier entre l'eau, le sel mercureux, le sel double et les produits de leur dissociation, et l'on conçoit que, dans des liqueurs très diluées, le sel double n'existant plus, tout se passe comme dans l'eau pure. Si l'on élève la température, la dissociation du sel mercureux augmente, celle du sel double en fait autant; mais avec un excès de liqueur saline, la proportion de sel double qui subsiste sera suffisante pour que la décomposition du sel mercureux marche plus rapidement qu'à la température ordinaire. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur quelques phosphates de lithine, de glucine, de plomb et d'urane*. Note de M. **L. Ouvrard**, présentée par M. Troost.

« Nous avons cherché à obtenir quelques phosphates simples ou doubles avec la lithine, la glucine, le plomb et l'urane, en suivant la méthode dont nous avons déjà donné la description (*Comptes rendus*, t. CVI, p. 1599), c'est-à-dire en dissolvant les oxydes ou les carbonates métalliques dans les phosphates alcalins en fusion.

» *Lithine*. — Bien que la lithine se place par l'ensemble de ses réactions dans le groupe des métaux alcalins, elle s'en écarte cependant par un certain nombre de propriétés, telles que l'insolubilité de son phosphate, qui permet de la séparer des alcalis.

» Le carbonate de lithine dissous dans un quelconque des *phosphates de potasse* donne, avec ou sans addition de chlorure de potassium, le phosphate tribasique de lithine $PhO^5, 3LiO$.

» Ce sel se présente en cristaux très nets appartenant au système orthorhombique. Ce sont des prismes présentant la face g^1 et formant un angle de 102°, si l'on prend pour base la face d'aplatissement.

» Le *métaphosphate de soude* nous a fourni, avec le carbonate de lithine, le composé $2PhO^5, 3LiO, NaO$ en petits prismes aplatis, probablement clinorhombiques, insolubles dans l'eau, solubles dans les acides. On obtient le même produit avec le chlorure de lithium.

» 1. Le *pyro* et l'*orthophosphate sodiques* donnent, soit avec le carbonate, soit avec le phosphate ou le chlorure de lithium, le sel $PhO^5, 2LiO, NaO$ en prismes généralement brisés, à extinctions longitudinales, solubles dans les acides étendus.

» 2. L'addition d'un excès de carbonate de lithine donne le phosphate trilithique $PhO^5, 3LiO$.

» *Glucine.* — Le carbonate de glucine ne donne avec les *méta, pyro* ou *orthophosphates* de potasse qu'un seul sel, $PhO^5, 2GlO, KO$. Ce sont des prismes orthorhombiques, à bissectrice aiguë positive, dont l'angle des axes est d'environ 30°.

» Le *métaphosphate de soude* a donné à M. Wallroth un sel répondant à la formule $PhO^5, 2GlO, NaO$, en tables hexagonales, peu solubles dans les acides froids, insolubles dans l'acide acétique, infusibles sur la lame de platine.

» Sa composition est celle d'un minéral découvert postérieurement, auquel on a donné le nom de *béryllonite*.

» Nous avons vérifié sa composition et constaté qu'on obtient encore un produit de même formule avec le *pyrophosphate de soude*, surtout après addition de chlorure de sodium au mélange, et se présentant tantôt sous forme de prismes d'apparence hexagonale régulière, terminés par la base, en général allongés suivant le prisme et striés, tantôt en tables très aplaties, comme celles obtenues avec le métaphosphate.

» Clivage basique; les lamelles hexagonales examinées en lumière polarisée ne restent pas constamment éteintes, mais se partagent en secteurs qui s'éteignent successivement par rotation de la plaque. En lumière convergente, les axes optiques paraissent très écartés [1]. Densité 2,72 à 20°.

» La béryllonite naturelle présente aussi ces cannelures du prisme et ces extinctions par secteurs. Elle affecte la forme d'un prisme orthorhombique pseudo-hexagonal, analogue à celui de l'émeraude, à axes optiques très écartés. Sa densité est 2,845.

---

[1] Nous devons la détermination cristallographique de ce produit, ainsi que celle du phosphate de lithine, à l'obligeance de M. Léon Bourgeois.

» L'*orthophosphate de soude* donne un autre produit $PhO^5, GlO, 2NaO$ en lamelles nacrées à axes optiques très écartés.

» *Plomb.* — Au point de vue des produits qui nous occupent, le plomb se rapproche du groupe des alcalino-terreux.

Le *métaphosphate de potasse* dissout aisément l'oxyde de plomb, en donnant après refroidissement une masse d'un blanc nacré, de laquelle l'eau bouillante isole du pyrophosphate de plomb, $PhO^5, 2PbO$, exempt d'alcali, sous forme de prismes orthorhombiques, incolores, transparents, isomorphes des pyrophosphates de baryte et de strontiane que nous avons décrits dans une Note antérieure.

» Ils sont fusibles et facilement solubles dans les acides étendus. Densité 5,8 à 20°.

» Le *pyro* et l'*orthophosphate* de potasse donnent, dans les mêmes conditions, un produit cristallin, transparent, fusible, altérable par l'eau bouillante ; ce sont des aiguilles dépolarisant la lumière, mais indéterminables. Leur formule est $PhO^5, 2PbO, KO$.

» 1. Le *métaphosphate de soude* donne par refroidissement lent, après dissolution d'oxyde de plomb au rouge sombre, le composé $9PhO^5, 10PbO, 8NaO$ en larges lamelles transparentes, présentant en lumière convergente le phénomène de la croix noire et des anneaux, semblable au produit correspondant de chaux.

» 2. En employant une plus grande quantité d'oxyde de plomb et en opérant la saturation au rouge vif, on obtient le pyrophosphate $PhO^5, 2PbO$ déjà décrit.

» Le *pyrophosphate* de soude fournit de petits prismes brillants, transparents, à extinctions obliques, du sel $PhO^5, 2PbO, NaO$; très solubles dans les acides étendus, facilement fusibles.

» L'addition de chlorure de sodium au mélange, en quantité ménagée, permet d'obtenir de plus gros cristaux ; mais un excès de chlorure alcalin détermine la formation de chlorophosphate de plomb.

» La difficile fusibilité du *phosphate trisodique* ne permet pas d'obtenir des produits nettement cristallisés.

» *Urane.* — Le *métaphosphate de potasse* fondu donne, avec le sesquioxyde d'urane, le pyrophosphate PhO^5, U^2O^3, KO, l'oxyde d'uranyle jouant le rôle de protoxyde.

» Prismes orthorhombiques, jaunes, dichroïques, transparents, très biréfringents; densité 4,2 à 20°. La cristallisation est favorisée par addition de chlorure de potassium, qui permet d'obtenir des cristaux presque mesurables.

» Le *phosphate de potasse* donne, dans les mêmes conditions, des cristaux développés, orthorhombiques, à forte biréfringence, du phosphate $PhO^5, 2U^2O^3, KO$.

» L'*orthophosphate de potasse* fournit le sel $PhO^5, U^2O^3, 2KO$ en gros prismes jaunes, dont les macles empêchent de déterminer le système.

» Le *métaphosphate de soude* donne, avec le sesquioxyde d'urane, le pyrophosphate PhO^5, U^2O^3, NaO en prismes jaune de soufre, brillants, clinorhombiques, extinctions obliques à 30°. Le chlorure de sodium se comporte ici comme le chlorure de potassium le faisait précédemment.

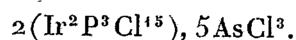
» Le *pyrophosphate de soude* dissout de grandes quantités de sesquioxyde d'urane, en ne donnant que des produits solubles dans l'eau, si l'on n'a pas atteint la saturation. Si la quantité d'oxyde employée est suffisante, on isole par l'eau le sel double $PhO^5, U^2O^3, 2NaO$ en cristaux dendritiques, présentant parfois des inclusions cubiques.

» Enfin, l'*orthophosphate de soude* fournit les cristaux précédents, mêlés d'une petite quantité d'uranate de soude, facilement reconnaissable.

» L'urane se caractérise ainsi par le sel $PhO^5, U^2O^3, 2KO$, dont les autres métaux ne nous ont fourni aucun analogue. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Combinaisons des chlorures doubles de phosphore et d'iridium avec le chlorure d'arsenic.* Note de M. G. **Geisenheimer**, présentée par M. Troost.

« Le chlorure double d'iridium et de phosphore $Ir^2P^3Cl^{15}$, que nous avons décrit dans une précédente Note (*Comptes rendus*, 12 mai 1890, p. 1004), se dissout facilement dans le chlorure d'arsenic. Lorsqu'on chauffe une telle solution en tube scellé à 250°, elle semble n'éprouver aucune modification ; mais abandonnée à elle-même après refroidissement, au bout d'un ou deux jours, elle change de teinte : de jaune clair, elle devient noir rouge et laisse déposer des cristaux prismatiques rouge rubis. Si l'on porte de nouveau le tube à l'étuve à 250°, les cristaux disparaissent et la solution redevient jaune ; à la suite du refroidissement, les cristaux reparaissent. Ceux-ci, décantés, lavés rapidement au sulfure de carbone pour leur enlever le chlorure d'arsenic qui les souille, puis séchés dans un courant d'air sec, donnent pour formule



$$2(Ir^2P^3Cl^{15}), 5AsCl^3.$$

» On obtient le même corps, lorsqu'on chauffe en tube scellé à 300°

l'hydrate de bioxyde d'iridium avec du trichlorure d'arsenic et un très grand excès de pentachlorure de phosphore. On doit alors le purifier par des lavages au trichlorure d'arsenic à 100°.

» Ce nouveau chlorure se dissout intégralement dans l'eau avec dégagement d'acide chlorhydrique. Évaporé au bain-marie, on a comme résidu une masse sirupeuse rouge très foncé : c'est l'acide correspondant. Comme il se redissout immédiatement dans la plus petite quantité d'eau, il ne semble pas y avoir d'acide arsénieux mis en liberté et par suite décomposition du corps en ses éléments. Nous avons préparé et analysé les sels de potassium et de plomb.

» Si, au lieu d'ajouter un grand excès de pentachlorure de phosphore, comme dans la préparation précédente, on n'en met que la quantité qui peut se dissoudre dans le trichlorure d'arsenic, on obtient des aiguilles noires douées d'un reflet violet. On les lave avec du chlorure de carbone, dans lequel elles sont insolubles. Leur formule est



$$Ir^2Cl^3, 2PCl^3, 2AsCl^3.$$

Leur solution dans l'eau est violette.

» Ces nouveaux composés confirment les formules et les réactions précédemment indiquées pour les chlorures doubles. »

CHIMIE. — *Sur le sous-fluorure d'argent.* Note de M. GUNTZ.

« Depuis longtemps, les chimistes avaient remarqué que, lorsqu'on chauffe à l'ébullition une solution de fluorure d'argent dans un vase de platine ou d'argent, elle se recouvre d'un enduit jaune très adhérent aux parois, mais que le rendement est toujours très faible. D'après les analyses de Pfaundler, ce produit serait un oxyfluorure d'argent hydraté



$$AgO, AgFl, HO.$$

» Dans le cours de recherches faites sur l'électrolyse des fluorures, j'ai électrolysé du fluorure d'argent en solution saturée en employant deux électrodes en argent.

» Avec un courant peu intense et en empêchant le liquide de s'échauffer, on obtient au pôle négatif de l'argent métallique; si le courant est très in-

tense et que le liquide s'échauffe, au lieu d'argent, on obtient des paillettes cristallines ressemblant à de la limaille de bronze. Ces cristaux sont desséchés rapidement et sommairement dans des doubles de papier-filtre (sans lavage préalable, car ils sont décomposables par l'eau); le dosage de l'argent donne, pour trois préparations différentes,

Ag pour 100........	86,92	87,78	88,14

Ces analyses concordent sensiblement avec la formule AgO, AgFl qui exige 88,84 pour 100 d'argent; mais, si l'on décompose ces cristaux par l'eau et qu'on analyse et le liquide dissous et le corps solide restant, on trouve que l'on a une solution de fluorure d'argent pur, et que le résidu solide est de l'argent pur; en outre, le rapport de l'argent dissous à l'état de fluorure à celui resté à l'état d'argent métallique est voisin de l'unité : 1,1 en moyenne.

» Il faut donc admettre que le produit obtenu est du sous-fluorure d'argent impur qui, d'après les analyses, serait composé de environ :

	Pour 100.
AgFl..........................	91,44
AgFl, 4HO....................	6,87
HO............................	1,69

» L'excès de fluorure d'argent n'a rien d'extraordinaire, les cristaux prenant naissance au milieu d'une solution sirupeuse de fluorure d'argent, et la petite quantité produite ne permettant pas une purification complète.

» Il est facile d'expliquer le mode de production de ce sous-fluorure : l'argent à l'état naissant se combine, dans des conditions favorables, au fluorure dissous pour obtenir un sous-fluorure d'argent insoluble.

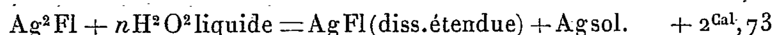
» Si cette hypothèse est vraie, on doit pouvoir préparer ce produit en chauffant de l'argent avec une solution de fluorure d'argent, et c'est ce que l'expérience a vérifié. Chauffons, en effet, au bain-marie de l'argent très divisé avec une solution saturée et pure de fluorure d'argent; on constate que, tant que la température est inférieure à 50°, l'argent reste inaltéré; mais au-dessus de cette température, il se colore en jaune d'or et, au bout d'un certain temps, tout l'argent est transformé en sous-fluorure d'argent pur, si l'on n'a pas dépassé la température de 90°. On débarrasse les cristaux de leur eau mère en les desséchant entre des doubles de papier-filtre, à l'air, pendant quelques heures. Le fluorure d'argent déliquescent est entraîné dans le papier, le sous-fluorure pur reste.

» Voici les résultats de mes analyses :

	Trouvé.		Théorie.
Argent	91,78	91,73	91,86
Fluor	7,80	7,52	8,14

» Le sous-fluorure d'argent est une poudre cristalline ressemblant à de la limaille de bronze, décomposable, par l'eau, en argent et fluorure d'argent. J'ai trouvé, en effet, pour le rapport de l'argent insoluble à l'argent soluble le nombre 1,04.

» La décomposition a lieu avec dégagement de chaleur; j'ai trouvé, vers 14° :



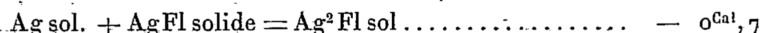
$$Ag^2Fl + nH^2O^2 \text{liquide} = AgFl\,(\text{diss. étendue}) + Ag\,\text{sol.} \qquad + 2^{Cal},73$$

» On peut en conclure, pour la chaleur de formation de ce corps,



$$Ag^2\,\text{sol.} + Fl\,\text{gaz} = Ag^2Fl\,\text{sol} \ldots\ldots \qquad + 24^{Cal},9$$

et aussi



$$Ag\,\text{sol.} + AgFl\,\text{solide} = Ag^2Fl\,\text{sol} \ldots\ldots \qquad - 0^{Cal},7$$

» Le sous-fluorure d'argent est inaltérable à l'air sec et ne se décompose que très lentement à l'air humide, ce qui permet de le manier avec beaucoup de facilité.

» Comme on peut l'obtenir beaucoup plus facilement pur et sec que le fluorure d'argent anhydre, et qu'il est facile d'en obtenir une grande quantité, je compte étudier les diverses réactions de cette substance. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Contribution à l'étude des ptomaïnes.* Note de M. Œchsner de Coninck.

« J'ai eu l'honneur d'annoncer, il y a deux ans, à l'Académie (séances du 19 mars et du 4 juin 1888) la découverte de deux ptomaïnes pyridiques en $C^8H^{11}Az$ et $C^{10}H^{15}Az$.

» L'étude des produits d'oxydation de la ptomaïne en $C^8H^{11}Az$ a été publiée l'année dernière (Académie des Sciences, séances des 7 janvier et 15 avril 1889).

» Aujourd'hui, je me propose de communiquer à l'Académie quelques données relatives à la ptomaïne en $C^{10}H^{15}Az$. Cette étude a présenté de

sérieuses difficultés, à cause de la grande oxydabilité de l'alcaloïde et de quelques-uns de ses sels.

» La nouvelle ptomaïne constitue, à l'état de pureté, un liquide légèrement jaunâtre, visqueux, d'odeur agréable, rappelant celle du genêt en fleurs, un peu soluble dans l'eau, plus lourd que celle-ci ($d_0 = 1,18$ env.) (¹), très soluble dans l'éther, dans l'alcool absolu, dans l'acétone, dans les ligroïnes légères. Desséchée sur la potasse fondue, elle bout vers 230° (non corrigé), en subissant un commencement de décomposition. Le point d'ébullition a été déterminé en distillant la ptomaïne dans un courant d'hydrogène. Elle s'oxyde très rapidement en présence de l'oxygène de l'air; elle brunit alors, et laisse déposer une résine épaisse, soluble dans les acides, dont je n'ai pu déterminer la composition. Elle n'attire pas l'acide carbonique de l'atmosphère.

» *Chlorhydrate* $C^{10}H^{15}Az.HCl$. — Pour préparer ce sel, il faut saturer aussi vite que possible la ptomaïne par HCl et évaporer dans le vide. Le sel cristallise au bout de quelques jours; si on laisse rentrer dans la cloche une quantité d'air *même infiniment petite*, le chlorhydrate se colore instantanément en rose. En présence d'une plus grande quantité d'air, la couleur tire au rouge, puis au brun. A l'air libre, il se forme, au bout d'un certain temps, une résine identique à celle qui résulte de l'oxydation directe de la ptomaïne.

» A l'état de pureté, le chlorhydrate cristallise en aiguilles légèrement jaunâtres, très déliquescentes, très solubles dans l'eau.

» *Analyse*. — J'ai dosé le chlore :

	Calculé.	Trouvé.	Moyenne.
Cl pour 100	19,13	18,76 18,68	18,72

» *Chloroplatinate* $(C^{10}H^{15}Az.HCl)^2 + PtCl^4$. — Ce sel se présente sous la forme d'une poudre rouge foncé, insoluble dans l'eau froide, très soluble dans l'eau chaude, décomposable par l'eau bouillante. Sa stabilité est assez grande, sans toutefois atteindre celle du chloroplatinate de la ptomaïne en $C^8H^{11}Az$. A l'air humide, il perd de l'acide chlorhydrique et s'oxyde partiellement. Dans l'air sec, il se conserve bien. L'eau chaude le modifie, comme je le montrerai plus tard; mais, pendant l'expérience,

(¹) Je ne puis donner ce nombre que comme approché, à cause de la difficulté de la détermination.

il se produit des phénomènes d'oxydation, et le rendement en sel modifié est très faible.

» *Analyse.* — Tous les éléments ont été déterminés :

		Calculé pour 100.	Trouvé.		Moyenne.
$(C^{10}H^{15}Az.HCl)^2 + PtCl^4$	C....	33,80	33,48	33,34	33,41
	H....	4,50	4,76	4,72	4,74
	Az...	3,95	4,05	4,10	4,07
	Pt...	27,75	27,67	27,84	27,75
	Cl...	30,00	29,32	29,48	29,40
		100,00	99,28	99,48	99,37

» Dans une prochaine Note, je reviendrai sur quelques réactions du chloroplatinate, et je ferai connaître quelques autres sels de la nouvelle ptomaïne. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la préparation des levures de vin.* Note de M. A. Rommier.

« On me demande de dire de quelle manière j'ai purifié et préparé les levures de vin qui m'ont servi dans mes essais : je vais indiquer comment je les ai obtenues.

» J'ai pris de préférence des raisins dont j'ai choisi les grains et, après les avoir écrasés, je les ai introduits dans de petits ballons. J'ai eu soin de disposer ainsi plusieurs essais, afin d'avoir la chance d'en obtenir au moins un exempt de bactéries et de micodermes : il est si difficile ensuite de s'en débarrasser, et on ne les reconnaît souvent qu'à l'aide d'un puissant microscope.

» Lorsque la fermentation a été bien lancée dans ces ballons, je les ai agités légèrement et j'ai ensemencé une ou deux gouttes de leur liquide dans d'autres ballons contenant du jus de raisin filtré à clair et stérilisé par la chaleur. Un premier examen microscopique de la levure déposée m'a permis d'éliminer plusieurs de ces essais. Le traitement a été ensuite répété plusieurs fois, en prenant les précautions recommandées par M. Pasteur ; il a été fait à deux, trois, quatre jours au plus d'intervalle, dans du jus de raisin, puis dans de l'eau sucrée contenant des sels propres à l'alimentation des levures.

» En opérant ainsi, les levures les moins énergiques ont été éliminées,

et il n'est plus resté que la levure désignée sous les noms de *Saccharomices ellipsoideus*, de *levure ellipsoïdale* ou de *levure elliptique*. J'ai alors reporté cette levure dans un petit ballon, puis dans des ballons plus grands contenant du jus de raisin frais; à son défaut, dans du jus de raisin conservé, ou dans des infusions de raisins secs, filtrés et stérilisés par la chaleur.

» Je me sers, pour boucher mes ballons, de tubes abducteurs plongeant dans l'eau, munis de bouchons que je plonge pendant une ou deux minutes dans l'eau bouillante et que je dessèche immédiatement au-dessus de charbons ardents. Ils sont moins commodes que les ballons Pasteur, mais ils permettent de juger plus facilement de la fin d'une fermentation.

» Dans mes expériences, j'ai pris, ordinairement, 1,5 pour 100 environ du volume du liquide d'une de ces dernières cultures, en pleine fermentation, légèrement agitée, et je l'ai versé sur la vendange au moment où je l'ai écrasée.

» Pour conserver ou pour expédier cette levure, lorsqu'elle a entièrement fermenté, je la sépare par décantation du liquide alcoolique et, comme je l'ai vu faire à M. Duclaux, je l'introduis dans des ampoules de verre fermées ensuite à la lampe.

» Vers la fin du mois de septembre 1888, j'ai envoyé dans un vignoble de la Bourgogne produisant des vins communs deux de ces petites ampoules contenant 1^{cc} à 2^{cc} d'une levure d'un grand vin de cette région. Il n'y en avait pas suffisamment pour qu'elle pût s'emparer de la fermentation d'une cuve de 10^{hlit} de vendanges; sur mes conseils, on l'a multipliée en faisant un levain : on a pris de 4^{lit} à 5^{lit} de jus de raisin, qu'on a mis dans un flacon, et, après les avoir stérilisés au bain-marie, vers 70° à 75°, on y a, après refroidissement, introduit le contenu de ces deux ampoules. Au bout d'une semaine de fermentation, on a versé ce levain dans le fond de la cuve, au commencement du foulage du raisin.

» Les vendanges de 1888 ont eu lieu en Bourgogne par des temps froids; la fermentation de cette cuve de 10^{hlit} n'a duré que huit jours. Celle de 1887, par une saison plus chaude, en avait demandé douze. Le vin a été entièrement fermenté : il dosait 9,5 pour 100 d'alcool, ne contenait plus que des traces de sucre et avait pris un bouquet agréable.

» On remarquera la petite quantité de levure employée pour communiquer du bouquet à un vin qui n'en possède pas ordinairement. Cela provient de ce que la levure en activité domine rapidement les levures naturelles du raisin, surtout lorsque la température est inférieure à 21°-22°. (Voir mes deux Notes insérées dans les *Comptes rendus*, juin et novembre 1884, *Sur la puissance de la levure de vin cultivée*.)

» M. Jacquemin, dans sa Note du 2 juin dernier (*Comptes rendus*), fait

allusion à des moyens *très pratiques*, imaginés par M. L. Marx, *pour améliorer les vins en les faisant fermenter par des levures spéciales*....

» Le dernier procédé indiqué dans le Mémoire de M. L. Marx, brasseur à Marseille (*Moniteur scientifique Quesneville*, novembre 1888, p. 1283), consisterait dans la multiplication de la levure de vin dans du moût de malt. Il transporterait, après chaque fermentation, la petite quantité de levure choisie et pure qu'il possède, d'abord dans des ballons de différentes grandeurs, puis dans des cuves de capacités variant de 22^{lit} à 20^{hlit}. La fermentation de cette dernière cuve serait faite dans du jus de raisin.

» M. L. Marx applique, à la multiplication des levures de vin, les procédés employés par les brasseurs pour la levure de bière. Il indique comment il les préserve de l'*infection des germes étrangers* dans ses ballons, mais il n'en est plus question pour les fermentations faites dans les différentes cuves. Or, les levures de bière, préparées dans ces conditions, sont rapidement envahies par les bactéries, quoique les infusions de malt soient faites à des températures déjà stérilisantes.

» Les moyens proposés par M. L. Marx peuvent paraître *très pratiques* à M. Jacquemin, qui est obligé de se servir de procédés analogues pour la fabrication de ses vins d'orge tartarisés, additionnés de *jus de la betterave sucrière amené par évaporation à la moitié de son volume* (voir sa brochure, p. 12. Nancy, 1888); mais donnent-ils des garanties suffisantes de pureté pour que les viticulteurs introduisent des levures de vin ainsi préparées dans leurs vendanges? »

ZOOLOGIE. — *Du sens de l'odorat chez les Étoiles de mer.* Note de M. **Prouho**, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« Étant données nos connaissances anatomiques sur les Étoiles de mer, il est légitime de penser que le sens de la vue n'est pas assez développé chez elles pour leur permettre de reconnaître et d'atteindre leur proie, et l'on est naturellement conduit à admettre que l'odorat est leur seul guide dans la recherche de leur nourriture. Toutefois, il m'a paru utile de préciser nos connaissances à ce sujet par quelques expériences dirigées dans le but : 1° d'observer les allures d'une Astérie selon les conditions dans lesquelles une proie lui est offerte; 2° de démontrer l'inutilité de l'organe de la vision dans la recherche de leur proie; 3° de rechercher si leur odorat est diffus, ou bien s'il est localisé dans certains organes. Toutes mes observations ont

été faites sur des *Asterias glacialis*, acclimatées depuis un an dans l'aquarium du laboratoire Arago.

» 1 (*a*). Une Astérie étant isolée dans un bac bien propre, attendons qu'elle soit parfaitement immobile et que ses tentacules ambulacraires inaptes à la locomotion, voisins du point oculiforme, tentacules que nous désignerons sous le nom de *palpes*, soient rétractés. Lorsque cet état de parfaite immobilité persiste depuis quelque temps, plaçons un poisson mort à 50^{cm} environ de l'Astérie. Après un temps très court (trente secondes à une minute), les palpes les plus voisines du poisson se redressent et l'extrémité du bras qui les porte se relève; c'est là le premier indice que l'Étoile a senti la présence de l'appât. Des mouvements identiques se produisent à l'extrémité des autres bras, et l'on voit alors l'excitation partie de l'extrémité se communiquer de proche en proche jusqu'aux ambulacres qui entourent la bouche. L'Astérie se met en marche vers le poisson. Certains sujets se dirigent directement vers l'appât, d'autres hésitent quelques instants. Lorsque l'Astérie est sur le point de saisir le poisson, je le soustrais à ses atteintes et je le présente à une petite distance du bras postérieur par rapport au mouvement. Emportée par sa vitesse acquise, l'Astérie semble d'abord fuir l'appât; mais bientôt son allure se modifie, elle recule et se dirige vers le nouveau centre d'attraction. On peut ainsi, pendant quelque temps, conduire certains sujets dans tous les sens; mais, à la longue, l'animal acquiert une telle excitation qu'il devient incapable de se diriger avec sûreté.

» (*b*) On observe identiquement les mêmes phénomènes lorsqu'on présente à l'Astérie un poisson vivant et, si l'on suspend ce poisson à une distance du fond inférieure à la longueur des rayons de l'Étoile, celle-ci parvient à le saisir; elle enroule autour du poisson un de ses bras sur lequel elle se hale pour se soulever et appliquer sa bouche sur sa proie.

» En somme, l'observation attentive d'une Astérie excitée par un appât nous fait prévoir que les sensations auxquelles elle obéit sont perçues par l'extrémité de ses bras, où une sensibilité délicate a été depuis longtemps mentionnée. L'animal est-il guidé par la vue lorsqu'il se dirige sur l'appât? Les expériences suivantes nous donnent la réponse.

» 2 (*c*). J'ai enlevé les taches oculaires à quatre bras d'une Astérie, en respectant le plus possible les palpes voisines, et j'ai vu cette Astérie se diriger sûrement vers sa proie, mais de telle façon que son seul bras intact était orienté en sens inverse du mouvement.

» (*d*) Un bac est divisé en deux compartiments à l'aide d'une cloison

mobile qui laisse sur le fond un jour d'environ 3mm. Dans l'un des compartiments, je place une Astérie et, lorsqu'elle est parfaitement immobile, je mets dans l'autre un poisson mort. Je dirige ensuite un faible courant allant du poisson vers le compartiment où se trouve l'Astérie; celle ci manifeste aussitôt l'excitation particulière notée dans l'observation (*a*). Elle allonge ses palpes et se dirige vers sa proie invisible, puis, parvenue contre la cloison qui la sépare de l'appât, elle essaye d'engager un bras sous cette cloison. Je soulève alors un peu celle-ci; l'Astérie en profite aussitôt; au prix de pénibles efforts, elle glisse son bras sous la planche et saisit le poisson placé de l'autre côté.

» Il devient ainsi évident que l'organe très rudimentaire de la vue ne sert pas à l'Astérie dans la recherche de sa nourriture, et que l'odorat seul lui sert de guide.

» (*e*) Dans un bac renfermant une Astérie au repos, versons, en évitant d'agiter l'eau, quelques gouttes d'eau de mer dans laquelle un morceau de poisson a été écrasé; nous voyons l'Astérie manifester la même excitation et exécuter les mêmes mouvements que si le poisson lui-même lui avait été présenté.

» 3 (*f*). J'ai coupé les quatre vertèbres extrêmes des cinq bras d'une Astérie, de manière à priver l'animal de toutes ses palpes. Plus d'un mois est aujourd'hui écoulé depuis l'opération, et je n'ai jamais pu obtenir de cette Astérie, qui avant d'être opérée s'était montrée très-habile à rechercher sa proie, la moindre excitation à l'approche d'un appât mort ou vivant.

» (*g*) J'ai enlevé toutes les palpes d'une Astérie, en respectant les taches oculaires. Ce sujet, qui, dans une expérience d'essai, n'avait pas hésité à s'emparer d'un sachet de toile dans lequel était contenu un morceau de poisson, ne manifeste plus d'excitation devant un appât et, lorsqu'on place une proie dans le bac où il vit avec d'autres *A. glacialis*, il reste seul dans la plus complète immobilité.

» Il est donc démontré que le sens de l'odorat n'est pas diffus chez les Étoiles de Mer, et qu'il est localisé dans les tubes ambulacraires inaptes à la locomotion, situés en arrière de la plaque ocellaire.

» (*h*) Sectionnons les nerfs ambulacraires des cinq bras d'une Astérie à 2cm environ de l'extrémité, de manière à isoler, dans chaque bras, une partie distale pourvue non seulement des palpes, mais encore d'un petit nombre de tubes ambulacraires. Lorsqu'on présente un appât à cette Astérie, ses palpes se dressent aussitôt, l'excitation se transmet rapidement aux tubes ambulacraires des extrémités distales, mais s'arrête brusquement au niveau de la section du nerf. Il en résulte que, tandis que les

extrémités des bras, fortement excitées, manœuvrent pour mettre l'Astérie en mouvement, le reste du corps, ne recevant pas les sensations perçues par les organes tactiles, conserve une parfaite impassibilité. Ce résultat était prévu, puisque nous avions coupé la principale voie de communication nerveuse entre les palpes, seules capables d'apprécier les odeurs, et la grande majorité des organes locomoteurs de l'Astérie. Je dis la *principale voie*, car le plexus nerveux superficiel n'est pas négligeable. Il faut croire, cependant, qu'il joue un rôle bien effacé dans la transmission des odeurs, puisque, une seule fois, j'ai vu l'Astérie opérée se mettre en mouvement après avoir été sollicitée par ses extrémités pendant un quart d'heure, et encore ne s'est-elle pas dirigée vers l'appât. »

PHYSIOLOGIE VÉGÉTALE. — *Enregistrement photographique de la fonction chlorophyllienne par la plante vivante.* Note de M. C. **Timiriazeff.**

« Dans une série de Communications présentées à l'Académie, j'ai établi par le procédé de l'analyse gazométrique le fait que ce sont les rayons du spectre absorbés par la chlorophylle qui produisent la décomposition de l'acide carbonique dans les parties vertes des végétaux. Je viens de trouver une nouvelle méthode de démontrer ce fait en se servant de l'organisme vivant comme d'un appareil enregistreur photographique.

» L'amidon déposé dans les grains de chlorophylle étant considéré comme un produit immédiat de la synthèse organique résultant de la décomposition de l'acide carbonique, on devait s'attendre à ce qu'une feuille exposée pendant un temps convenable à la lumière d'un spectre suffisamment intense présentât un dépôt d'amidon strictement en rapport avec le spectre d'absorption de la chlorophylle. C'est ce que je me suis efforcé de démontrer, mais les premiers essais entrepris dans cette direction (en été 1888, 1889) ne m'ont pas donné de résultats satisfaisants, probablement par suite du peu de durée de l'exposition et peut-être aussi par suite de l'emploi de feuilles détachées de la plante (1). Mais, grâce à la saison

(1) La transformation de l'amidon en hydrates de carbone solubles et leur transport au foyer de consommation étant un phénomène continu et indépendant de la production d'amidon dans les grains de chlorophylle, il est évident qu'une insolation prolongée et ininterrompue est une des conditions importantes du succès. A une lumière faible (comme l'est nécessairement celle d'un spectre) et intermittente, la transformation de l'amidon, surtout pendant les intervalles où la plante est plongée dans l'obscurité, pourrait masquer sa production.

exceptionnellement belle de cette année qui rendait possible une exposition de 3 à 6 heures sans interruption, je suis parvenu à des résultats qui ne laissent rien à désirer.

» Sans entrer dans des détails, je me bornerai à indiquer la disposition générale de l'expérience.

» Une feuille attenante à une plante qui a été maintenue pendant deux ou trois jours à l'obscurité (afin de se débarrasser des dernières traces d'amidon contenues dans les grains de chlorophylle) reçoit, dans une chambre obscure, l'image d'un spectre bien défini obtenu au moyen d'un héliostat Silberman, d'une lentille achromatique et d'un prisme à vision directe. Deux petites bandes de papier collées sur la feuille, et portant les lignes principales de Frauenhofer, servent de points de repère dans le spectre, qui doit être maintenu strictement stationnaire pendant toute la durée de l'exposition.

» L'image invisible produite par le dépôt de l'amidon est développée au moyen d'une prompte décoloration de la feuille par l'alcool bouillant et un traitement consécutif par la teinture d'iode. On obtient ainsi, sur le fond jaune pâle de la feuille, l'image du spectre de la chlorophylle tracée comme au crayon ou à l'encre de Chine. La bande caractéristique (bande I) est bien tranchée; l'absorption dans la partie orangé et jaune présente une pénombre qui va en se dégradant et disparaît un peu au delà de la ligne D. Ainsi ce spectre, qui enregistre sur la feuille vivante la production de l'amidon, correspond parfaitement à la courbe qui représente l'intensité de la décomposition de l'acide carbonique et que j'ai obtenue par la méthode plus précise de l'analyse gazométrique [1]. Les deux résultats offrent un parfait accord et confirment d'une manière irréfutable le rapport entre le spectre d'absorption de la chlorophylle et sa fonction physiologique. »

PÉTROGRAPHIE. — *Sur les andésites et labradorites à hypersthène de la Guadeloupe*. Note de M. A. LACROIX, présentée par M. Fouqué.

« Le laboratoire de Géologie du Collège de France possède une précieuse collection de roches volcaniques des Antilles recueillies par Charles

(1) *Recherches sur la décomposition de l'acide carbonique dans le spectre*, etc. (*Annales de Chimie et de Physique*, 5e série, t. XII, 1877). Dans les deux cas, je n'ai pas pu constater l'effet des bandes secondaires (II, III, IV), dont l'intensité est de beaucoup inférieure à celle de la bande I. Il se peut, du reste, qu'elles n'aient pas un rapport *direct* avec la décomposition de l'acide carbonique.

Sainte-Claire Deville. Les roches de cette région étant peu connues au point de vue minéralogique, il était intéressant d'en faire l'étude et d'utiliser les nombreux matériaux accumulés par l'illustre savant. Cette Note est spécialement consacrée aux roches de la Guadeloupe.

» Ces roches sont toutes trachytoïdes; elles montrent en général à l'œil nu de grands cristaux vitreux de feldspath triclinique, de pyroxènes disséminés dans une pâte feldspathique plus ou moins compacte. Il existe, en outre, des types absolument compacts. L'examen en lames minces montre que ces roches possèdent la structure microlithique, et que les nombreux minéraux du premier temps de consolidation sont les suivants : apatite, magnétite, hypersthène, augite, labrador (l'anorthite et l'olivine existent en outre en petites quantités dans quelques-unes d'entre elles).

» La considération du feldspath du second temps permet de les diviser en deux groupes : le premier est caractérisé par des microlithes feldspathiques possédant de petits angles d'extinction (*andésites*), et le second, par des feldspaths s'éteignant dans la zone pg^1 (001)(010) sous des angles voisins de 30° (*labradorites*).

» Les minéraux du premier temps de consolidation (l'anorthite et l'olivine exceptées, qui ne se trouvent que dans les labradorites) étant communs à chacun de ces groupes de roches, nous les décrirons ensemble. L'*apatite* est riche en inclusions noires déterminant un polychroïsme net avec maximum d'absorption suivant n_p. L'*hypersthène* se présente en cristaux à contours nets, allongés suivant la zone verticale, et possédant dans cette zone les faces $m(110)h^1(100)g^1(010)$; les cristaux sont terminés par un pointement obtus $e^2(012)(e^2e^2 = 148°8')$. Il existe parfois un clivage difficile parallèle à la zone h^1g^1; ce clivage manque souvent. Les extinctions dans la zone d'allongement se font toujours parallèlement aux arêtes du cristal. La bissectrice négative est perpendiculaire à $h^1(100)$. La biréfringence maxima atteint 0,01.

» Le minéral est vert clair, nettement polychroïque avec n_g = vert clair, n_m et n_p = brun rougeâtre. Les inclusions sont fréquentes, mais clairsemées; ce sont surtout de très belles inclusions vitreuses, incolores, avec ou sans bulles, de la magnétite, de l'apatite, enfin rarement du labrador en cristaux orientés suivant les côtés de leur hôte. Tous ces caractères sont ceux qui ont été donnés par M. Fouqué pour l'hypersthène de Santorin [1]. Depuis que des roches volcaniques à hypersthène ont été découvertes, pour la première fois, à Santorin, des roches analogues ont été retrouvées dans de

[1] *Santorin et ses éruptions*, p. 195; 1878.

nombreux gisements de même nature. Leur existence aux Antilles présente un vif intérêt en ce qu'elle montre l'analogie des volcans de ces îles avec ceux des montagnes Rocheuses, du Mexique et des Andes.

» Le pyroxène monoclinique est une *augite* d'un vert identique à celui de l'hypersthène. Il existe soit en grands cristaux, soit en microlithes arrondis ou allongés suivant la zone verticale. Il est faiblement polychroïque dans les teintes vertes. Ce minéral se distingue facilement de l'hypersthène par l'obliquité des ses extinctions dans la zone $h^1 g^1$(100)(010), sa biréfringence plus forte ($n_g - n_p = 0,029$). Les associations d'hypersthène et d'augite sont fréquentes; la face g^1 (010) du pyroxène rhombique s'accole à la face h^1(100) du pyroxène monoclinique, de telle sorte qu'une section convenable de l'assemblage montre la face h^1(100) de l'hypersthène [perpendiculaire à la bissectrice et ayant des extinctions longitudinales, une biréfringence ($n_g - n_m$) de 0,003], accolée à la face g^1(010) de l'augite [face parallèle au plan des axes et ayant une extinction de 39°, une biréfringence ($n_g - n_p$) de 0,023]. Tantôt ce sont deux cristaux distincts des deux minéraux qui se groupent, tantôt l'hypersthène est entouré d'une gaine plus ou moins large d'augite.

» Les feldspaths en grands cristaux appartiennent soit au *labrador* (dans les andésites et une partie des labradorites), soit à l'anorthite. Les angles d'extinction dans la zone perpendiculaire à g^1(010) et la facile attaque de l'anorthite par les acides permettent de distinguer ces feldspaths l'un de l'autre. L'attaque des préparations par les acides, suivant le procédé indiqué par M. Fouqué, montre qu'il existe des associations physiques des deux feldspaths tout comme dans les roches de Santorin. Les inclusions vitreuses incolores ou brunes, avec ou sans bulles, et les inclusions ferrugineuses sont très abondantes.

» *Andésites*. — Deux groupes peuvent être distingués dans les andésites, suivant qu'elles renferment de l'augite en microlithes (*andésites augitiques*) ou qu'elles n'en contiennent pas en cet état. Les cristaux du premier temps sont les mêmes dans les deux groupes, très variables dans leurs proportions relatives suivant les échantillons considérés. L'hypersthène domine parfois sur l'augite ou même existe seul. Les microlithes d'oligoclase sont soit très allongés, alignés en traînées fluidales, soit disposés d'une façon quelconque. Quelques roches renferment très peu de matière vitreuse, tandis que d'autres, au contraire, en contiennent une grande quantité; elles passent alors à de véritables obsidiennes, souvent riches en fins granules de magnétite. Au milieu des projections andésitiques se rencontrent

des roches constituées par une matière vitreuse incolore en lames minces, parcourue par des *cassures perlitiques* et englobant de grands cristaux de labrador, d'hypersthène, d'augite et quelques sphérolithes (feldspathiques?). Ces andésites vitreuses sont parfois imprégnées par actions secondaires de sphérolithes siliceux, rappelant le quartz globulaire et donnant à la roche l'aspect d'une *rhyolithe*.

» *Labradorites.* — Les labradorites peuvent être divisées en deux groupes d'après l'existence ou l'absence de l'olivine. Elles sont toutes augitiques, mais les microlithes d'augite y existent en quantité très variable. Les microlithes de labrador sont souvent très raccourcis, possédant des sections rectangulaires très nettes. De même que dans les andésites, la proportion de matière vitreuse est très variable. Le type moyen de ces roches est comparable à celui des labradorites à hypersthène, de Santorin. Toutes sont riches en grands cristaux d'hypersthène, d'augite, de labrador et parfois d'anorthite. Ces minéraux forment quelquefois de petites ségrégations à structure ophitique.

» On peut distinguer deux variétés dans les labradorites à olivine : la première établit le passage avec les labradorites normales; elle est riche en matière vitreuse, renferme l'olivine en cristaux de petite dimension, souvent accompagnés d'hypersthène. Ce minéral est plus rare dans la seconde variété; la matière vitreuse y est peu abondante. Les microlithes de labrador et les cristaux d'olivine y sont plus gros. L'anorthite y est fréquente en grands cristaux.

» La limite que nous avons établie entre les andésites et les labradorites n'est pas absolue; il existe des types de passage dans lesquels les microlithes feldspathiques sont constitués par un mélange d'oligoclase et de labrador.

» En résumé, les grottes de la Guadeloupe sont remarquables par l'*abondance de l'hypersthène* et par leur analogie avec les roches de Santorin. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur la circulation verticale profonde océanique.* Note de M. **J. Thoulet**, présentée par M. A. Milne-Edwards.

« Dans une Communication antérieure ([1]), j'ai cherché à montrer que les preuves fournies jusqu'à présent d'une circulation verticale profonde amenant les eaux marines sous forme de courant continu, horizontalement

([1]) *Comptes rendus*, t. CX, p. 324; 1890.

de l'équateur aux pôles à la surface, puis des pôles à l'équateur en suivant le fond, et les forçant alors à remonter verticalement pour revenir à la surface et recommencer le cycle, ne semblaient point établir le phénomène qu'elles prétendaient affirmer. Comme, au contraire, d'autres preuves paraissent indiquer la non-existence de ce mode de circulation, en attendant de nouvelles observations directes appelées à fournir la solution définitive du problème, il y a tout lieu d'admettre la séparation de l'Océan en deux zones superposées, l'une de calme, l'autre de mouvement, au sein de laquelle s'accomplissent et ferment leur cycle les phénomènes de la circulation océanique.

» On m'a objecté que, s'il en était ainsi, il serait impossible aux êtres vivants d'exister dans des eaux mécaniquement stagnantes, par ce motif que, si grand que fût leur volume, elles finiraient par être privées de l'air indispensable à la respiration et que toute vie y cesserait. Or, l'observation prouve la présence de l'air et de la vie à toutes les profondeurs.

» On pourrait répondre que personne ne met en doute la stagnation des eaux profondes de la Méditerranée atteignant 4000^{m}, où cependant on trouve partout des êtres vivants. Leur rareté indiscutable a été expliquée par la nature géologique particulière du fond de cette mer.

» Néanmoins, pour réfuter expérimentalement l'objection qui m'était faite, j'ai procédé de la manière suivante.

» On fait bouillir de l'eau jusqu'à ce que tout l'air en ait disparu; on y ajoute de l'acide pyrogallique, puis un fragment de potasse, et l'on verse immédiatement dans un tube vertical fermé dont la portion inférieure est plongée dans l'eau froide et dont l'ouverture supérieure reste en libre communication avec l'atmosphère. On voit alors la coloration noire du liquide se propager de haut en bas sans qu'on puisse l'attribuer à la descente des portions refroidies à l'air, et par conséquent alourdies. Le phénomène s'accomplit plus lentement si l'on a eu le soin d'ajouter un peu de gomme arabique au liquide sensible. L'eau privée d'air en contact avec l'atmosphère ne tarde donc pas à se saturer d'air jusque dans ses portions les plus profondes.

» J'ai démontré [1] qu'une substance solide plongée dans un liquide contenant un sel en dissolution fixe à sa surface une certaine quantité du sel; l'air dissous dans l'eau se comporte absolument comme un sel, et les

---

[1] *Comptes rendus*, t. XCIX, p. 1072, et t. C, p. 1002; 1885.

solides immergés s'enveloppent d'une gaine d'air ou d'eau aérée. Le fait se prouve directement.

» On prépare quatre petits fragments de quartz, de marbre ou mieux de craie. Le premier ne subit aucune préparation ; le deuxième est complètement imbibé d'eau ordinaire ; le troisième, après avoir été maintenu dans l'eau bouillante un temps suffisant pour que tout l'air contenu dans le solide et dans le liquide ait été chassé, est abandonné, sans le sortir de l'eau, pendant quelques heures, jusqu'à ce que le liquide se soit aéré de nouveau. Le quatrième a été bouilli dans l'eau comme le précédent, mais n'a point été aéré ensuite. On laisse tomber en même temps ces quatre fragments dans la liqueur pyrogallique gommée sensible encore incolore ; le dernier reste incolore, les trois premiers prennent une teinte foncée.

» Les fonds marins sont en partie constitués par des poussières volcaniques ou autres et par des dépouilles d'animaux, tels que les Globigérines, qui ont vécu dans les couches supérieures de l'Océan, mais qui, après la mort, livrées aux seules lois de la pesanteur, descendent en pluie continuelle dans les abîmes. Indépendamment du phénomène physique de la diffusion de l'air dans l'eau, cette pluie de matériaux solides active encore la distribution uniforme des gaz et, en outre, brasse mécaniquement les eaux marines depuis la surface jusqu'au fond.

» La non-existence d'une circulation verticale profonde définie, comme il a été dit plus haut, n'a donc point pour conséquence l'absence de vie dans les profondeurs, et celles-ci, même supposées immobiles, ne sauraient en aucune façon être comparées à un espace hermétiquement clos. »

M. **Daubrée** présente des photographies de l'éclipse de Soleil du 17 juin dernier, prises à Paris, entre 9^h30^m et 10^h, par le prince *Nicolas de Beauharnais*.

M. **Giordano Giacomo** adresse une Note « Sur une nouvelle substance sensible à la lumière ».

La séance est levée à 4 heures trois quarts. M. B.



On souscrit à Paris, chez GAUTHIER-VILLARS ET FILS,
Quai des Grands-Augustins, n° 55.

Depuis **1835** les **COMPTES RENDUS** hebdomadaires paraissent régulièrement le *Dimanche*. Ils forment, à la fin de l'année, deux volumes in-4°. Deux Tables, l'une par ordre alphabétique de matières, l'autre par ordre alphabétique de noms d'Auteurs, terminent chaque volume. L'abonnement est annuel et part du 1er janvier.

Le prix de l'abonnement est fixé ainsi qu'il suit :

Paris : **20** fr. — Départements : **30** fr. — Union postale : **34** fr. — Autres pays : les frais de poste extraordinaires en sus.

On souscrit, dans les Départements,

chez Messieurs :

Agen	Michel et Médan.
Alger	Gavault St-Lager. Jourdan. Ruff.
Amiens	Hecquet-Decobert.
Angers	Germain et Grassin. Lachèse et Dolbeau
Bayonne	Jérôme.
Besançon	Jacquard.
Bordeaux	Avrard. Chaumas. Vincent. Muller (G.).
Bourges	David.
Brest	Lefournier. F. Robert. J. Robert. Ve Uzel Caroff.
Caen	Baër. Massif.
Chambéry	Perrin.
Cherbourg	Henry.
Clermont-Ferr...	Rousseau. Ribou-Collaye.
Dijon	Lamarche. Ratel. Damidot.
Douai	Lauverjat. Crépin.
Grenoble	Drevet. Gratier.
La Rochelle	Robin.
Le Havre	Bourdignon. Dombre.
Lille	Ropiteau. Lefebvre. Quarré.

chez Messieurs :

Lorient	Gosse. Mme Texier.
Lyon	Beaud. Georg. Mégret. Palud. Vitte et Périssel.
Marseille	Millaud.
Montpellier	Calas. Coulet.
Moulins	Martial Place.
Nancy	Sordoillet. Grosjean-Maupin. Sidot frères.
Nantes	Loiseau. Mme Veloppé.
Nice	Barma. Visconti et Cie.
Nîmes	Thibaud.
Orléans	Luzeray.
Poitiers	Blanchier. Druineaud.
Rennes	Plihon et Hervé.
Rochefort	Boucheron-Rossignol.
Rouen	Langlois. Lestringant.
St-Étienne	Chevalier.
Toulon	Bastide. Rumèbe.
Toulouse	Gimet. Privat.
Tours	Boisselier. Péricat. Suppligeon.
Valenciennes	Giard. Lemaître.

On souscrit, à l'Étranger,

chez Messieurs :

Amsterdam	Robbers. Feikema Caarelsen et Cie.
Athènes	Wilberg.
Barcelone	Verdaguer. Piaget.
Berlin	Asher et Cie. Calvary et Cie. Friedlander et fils. Mayer et Müller.
Berne	Schmid, Francke et Cie.
Bologne	Zanichelli et Cie.
Bruxelles	Ramlot. Mayolez. Falk.
Bucharest	Haimann. Ranisteanu.
Budapest	Kilian.
Cambridge	Deighton, Bell et Co.
Christiania	Cammermeyer.
Constantinople	Lorentz et Keil.
Copenhague	Höst et fils.
Florence	Lœscher et Seeber.
Gand	Hoste.
Gênes	Beuf.
Genève	Cherbuliez. Georg. Stapelmohr.
La Haye	Belinfante frères.
Lausanne	Benda. Payot.
Leipzig	Barth. Brockhaus. Lorentz. Max Rübe. Twietmeyer.
Liège	Brandt. Gnusé.

chez Messieurs :

Londres	Dulau. Nutt.
Luxembourg	V. Bück.
Madrid	Fuentès et Capdeville. Librairie Gutenberg. Gonzalès e hijos. Yravedra. F. Fé.
Milan	Dumolard frères. Hœpli.
Moscou	Gautier.
Naples	Furcheim. Marghieri di Gius. Pellerano.
New-York	Christern. Westermann.
Odessa	Rousseau.
Oxford	Parker et Cie.
Palerme	Clausen.
Porto	Magalhaès.
Prague	Rivnac.
Rio-Janeiro	Garnier.
Rome	Bocca frères. Loescher et Cie.
Rotterdam	Kramers et fils.
Stockholm	Samson et Wallin.
St-Pétersbourg	Librairie Française. Wolff.
Turin	Bocca frères. Brero. Clausen. Rosenberg et Sellier.
Varsovie	Gebethner et Wolff.
Vérone	Drucker.
Vienne	Frick. Gerold et Cie.
Zürich	Meyer et Zeller.

TABLES GÉNÉRALES DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES :

Tomes **1er** à **31**. — (3 Août 1835 à 31 Décembre 1850.) Volume in-4°; 1853. Prix .... **15** fr.
Tomes **32** à **61**. — (1er Janvier 1851 à 31 Décembre 1865.) Volume in-4°; 1870. Prix .... **15** fr.
Tomes **62** à **91**. — (1er Janvier 1866 à 31 Décembre 1880.) Volume in-4°; 1889. Prix .... **15** fr.

SUPPLÉMENT AUX COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES :

Tome I : Mémoire sur quelques points de la Physiologie des Algues, par MM. A. Derbès et A.-J.-J. Solier. — Mémoire sur le Calcul des Perturbations qu'éprouvent les Comètes, par M. Hansen. — Mémoire sur le Pancréas et sur le rôle du suc pancréatique dans les phénomènes digestifs, particulièrement dans la digestion des matières grasses, par M. Claude Bernard. Volume in-4°, avec 32 planches; 1856 .... **15** fr.

Tome II : Mémoire sur les vers intestinaux, par M. P.-J. Van Beneden. — Essai d'une réponse à la question de Prix proposée en 1850 par l'Académie des Sciences pour le concours de 1853, et puis remise pour celui de 1856, savoir : « Étudier les lois de la distribution des corps organisés fossiles dans les différents terrains sédi- » mentaires, suivant l'ordre de leur superposition. — Discuter la question de leur apparition ou de leur disparition successive ou simultanée. — Rechercher la nature » des rapports qui existent entre l'état actuel du règne organique et ses états antérieurs », par M. le Professeur Bronn. In-4°, avec 27 planches; 1861... **15** fr.

A la même Librairie les Mémoires de l'Académie des Sciences, et les Mémoires présentés par divers Savants à l'Académie des Sciences.

N° 25.

TABLE DES ARTICLES. (Séance du 23 juin 1890.)

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

CORRESPONDANCE.

PARIS. — IMPRIMERIE GAUTHIER-VILLARS ET FILS,
Quai des Grands-Augustins, 55.

1890

PREMIER SEMESTRE.

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

TOME CX.

N° 26 (30 Juin 1890).

PARIS,

GAUTHIER-VILLARS ET FILS, IMPRIMEURS-LIBRAIRES

DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

Quai des Grands-Augustins, 55.

1890

RÈGLEMENT RELATIF AUX COMPTES RENDUS,

ADOPTÉ DANS LES SÉANCES DES 23 JUIN 1862 ET 24 MAI 1875.

Les *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie* se composent des extraits des travaux de ses Membres et de l'analyse des Mémoires ou Notes présentés par des savants étrangers à l'Académie.

Chaque cahier ou numéro des *Comptes rendus* a 48 pages ou 6 feuilles en moyenne.

26 numéros composent un volume.

Il y a deux volumes par année.

ARTICLE 1er. — *Impression des travaux de l'Académie.*

Les extraits des Mémoires présentés par un Membre ou par un Associé étranger de l'Académie comprennent au plus 6 pages par numéro.

Un Membre de l'Académie ne peut donner aux *Comptes rendus* plus de 50 pages par année.

Les communications verbales ne sont mentionnées dans les *Comptes rendus*, qu'autant qu'une rédaction écrite par leur auteur a été remise, séance tenante, aux Secrétaires.

Les Rapports ordinaires sont soumis à la même limite que les Mémoires; mais ils ne sont pas compris dans les 50 pages accordées à chaque Membre.

Les Rapports et Instructions demandés par le Gouvernement sont imprimés en entier.

Les extraits des Mémoires lus ou communiqués par les correspondants de l'Académie comprennent au plus 4 pages par numéro.

Un Correspondant de l'Académie ne peut donner plus de 32 pages par année.

Dans les *Comptes rendus*, on ne reproduit pas les discussions verbales qui s'élèvent dans le sein de l'Académie; cependant, si les Membres qui y ont pris part désirent qu'il en soit fait mention, ils doivent rédiger, séance tenante, des Notes sommaires, dont ils donnent lecture à l'Académie avant de les remettre au Bureau. L'impression de ces Notes ne préjudicie en rien aux droits qu'ont ces Membres de lire, dans les séances suivantes, des Notes ou Mémoires sur l'objet de leur discussion.

Les Programmes des prix proposés par l'Académie sont imprimés dans les *Comptes rendus*, mais les Rapports relatifs aux prix décernés ne le sont qu'autant que l'Académie l'aura décidé.

Les Notices ou Discours prononcés en séance publique ne font pas partie des *Comptes rendus*.

ARTICLE 2. — *Impression des travaux des Savants étrangers à l'Académie.*

Les Mémoires lus ou présentés par des personnes qui ne sont pas Membres ou Correspondants de l'Académie peuvent être l'objet d'une analyse ou d'un résumé qui ne dépasse pas 3 pages.

Les Membres qui présentent ces Mémoires sont tenus de les réduire au nombre de pages requis. Le Membre qui fait la présentation est toujours nommé; mais les Secrétaires ont le droit de réduire cet Extrait autant qu'ils le jugent convenable, comme ils le font pour les articles ordinaires de la correspondance officielle de l'Académie.

ARTICLE 3.

Le *bon à tirer* de chaque Membre doit être remis à l'imprimerie le mercredi au soir, ou, au plus tard, le jeudi à 10 heures du matin; faute d'être remis à temps, le titre seul du Mémoire est inséré dans le *Compte rendu* actuel, et l'extrait est renvoyé au *Compte rendu* suivant, et mis à la fin du cahier.

ARTICLE 4. — *Planches et tirage à part.*

Les *Comptes rendus* n'ont pas de planches.

Le tirage à part des articles est aux frais des auteurs; il n'y a d'exception que pour les Rapports et les Instructions demandés par le Gouvernement.

ARTICLE 5.

Tous les six mois, la Commission administrative fait un Rapport sur la situation des *Comptes rendus* après l'impression de chaque volume.

Les Secrétaires sont chargés de l'exécution du présent Règlement.

Les Savants étrangers à l'Académie qui désirent faire présenter leurs Mémoires par MM. les Secrétaires perpétuels sont priés de les déposer au Secrétariat au plus tard le Samedi qui précède la séance, avant 5h. Autrement la présentation sera remise à la séance suivante

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 30 JUIN 1890,

PRÉSIDENCE DE M. HERMITE.

MEMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Sur l'éclipse partielle de Soleil du 17 juin.* Note de M. J. JANSSEN.

« Je viens de recevoir, ce matin même, une Lettre de M. A. de la Baume Pluvinel qui donne les détails de son observation :

» ... Ma dépêche de mardi dernier vous a déjà appris que j'ai pu exécuter complètement le programme que nous avions arrêté à Paris.

» Le beau temps n'était pas en question ; car, en Crête, à cette époque de l'année, les nuages sont inconnus. A Athènes cependant, il n'en a pas été de même, et il paraît que l'observation de l'éclipse a été contrariée par la pluie.

» Le bateau qui devait me mener de Syra à Candie ayant eu du retard, je ne serais arrivé à destination que la veille de l'éclipse. Aussi, pour avoir plus de temps pour monter et essayer mes instruments, je me suis arrêté à la Canée, où j'ai pu m'installer

rapidement, grâce à l'accueil empressé que j'ai trouvé auprès de M. Blanc, notre consul.

» Il est vrai qu'à la Canée l'éclipse n'était pas centrale et que la phase annulaire ne durait que trois minutes au lieu de quatre, mais ces inconvénients étaient rachetés par la facilité d'installation.

» Un quart d'heure avant la phase annulaire, j'ai commencé à ioder et bromer les plaques daguerriennes ; puis j'ai suivi le phénomène au spectroscope, en examinant l'image du Soleil sur l'obturateur de la fente.

» Par suite des irrégularités du contour lunaire, quelques points brillants du bord du Soleil ont apparu isolément; mais bientôt les cornes se sont rejointes, et j'ai commencé aussitôt à promener le point de contact sur la fente du spectroscope, de manière à obtenir un spectre de 1^{cm} de hauteur environ. Au bout de vingt secondes chaque point du spectre avait été exposé pendant deux secondes environ, et, d'après mes essais préliminaires, ce temps de pose devait être suffisant.

» Je me suis ensuite transporté à la lunette photographique, et j'ai pris, aussi rapidement que possible, cinq photographies de l'éclipse.

» Mais l'orientation de l'appareil était si difficile, à cause des mouvements brusques du pied, que je n'ai pu exposer que deux plaques pendant la phase annulaire.

» L'une de ces épreuves est médiocre, car les bords du Soleil et de la Lune n'ont pas partout la même intensité; mais l'autre épreuve est satisfaisante dans toutes ses parties et permettra, j'espère, de faire des mesures précises. Les trois autres épreuves de la phase partielle, prises immédiatement après le troisième contact, sont plus ou moins ternes; mais elles se prêteront cependant à des mesures, car le diamètre de la Lune y est mesurable suivant certaines orientations.

» D'autres plaques ont été exposées dans le spectroscope immédiatement après avoir obtenu les plaques daguerriennes. Ces plaques, ainsi que des plaques de comparaison prises en dehors de l'éclipse, ont été développées le soir du phénomène et ont donné de bons spectres; mais jusqu'ici je n'ai pu trouver *aucune différence entre le spectre de l'anneau et le spectre ordinaire du Soleil*. Cependant la lumière du Soleil, pendant la phase annulaire, paraissait avoir une couleur verte particulière et ne ressemblait pas à la lumière solaire simplement atténuée. Cet effet m'a particulièrement frappé lorsque je suis sorti de la tente photographique, après y avoir préparé, pendant un quart d'heure, les plaques daguerriennes. En tous cas, la diminution de la lumière a été considérable, ce qui tient à la pureté de l'atmosphère et, par suite, à l'absence de diffusion des rayons solaires.

» Il est certain qu'une éclipse totale, avec de telles conditions atmosphériques, aurait été des plus intéressantes.

» Un abaissement de température très sensible s'est produit pendant l'éclipse. Il paraît, d'après les renseignements que j'ai recueillis, que le thermomètre est descendu de 33°,4 C. à 27°,4 C. On dit également que deux étoiles étaient visibles pendant la phase annulaire.

» Mes instruments ont été montés dans la cour du Consulat de France, à Kalépa, près de la Canée, et la tente photographique a été dressée tout près des instruments, dans une écurie.

» J'ai déterminé l'heure locale chaque fois par des hauteurs correspondantes du Soleil et d'étoiles.

» Un bateau de guerre anglais m'a également donné l'heure.

» Il résulte de cette Lettre si intéressante que M. de la Baume Pluvinel a été favorisé dans ses observations par un ciel d'une pureté tout à fait exceptionnelle, ce qui donne une valeur très grande aux documents qu'il a habilement recueillis.

» Les photographies de la phase annulaire et partielle, obtenues avec l'instrument très parfait qui nous avait servi au moment du passage de Vénus, en 1874, se prêteront à des mesures relatives précises des diamètres du Soleil et de la Lune.

» M. de la Baume Pluvinel nous dit qu'il n'a pu constater de différence entre le spectre du bord solaire pendant la phase annulaire et celui des régions centrales du disque de l'astre (il s'agit évidemment ici des bandes de l'oxygène dont l'étude entrait dans le programme des observations). C'est un résultat que j'attendais et qui confirme, par un mode tout différent, mes observations aux Grands Mulets.

» Il y aura lieu, toutefois, pour une discussion définitive, d'attendre l'arrivée de M. de la Baume Pluvinel. »

ZOOLOGIE APPLIQUÉE. — *Sur un essai d'ostréiculture tenté dans le vivier du laboratoire de Roscoff.* Note de M. DE LACAZE-DUTHIERS.

« Ainsi que je le disais dans une Note précédente, le succès et la régularité des travaux de Science pure étant bien établis dans les deux stations de Banyuls et de Roscoff, j'ai cru le moment venu de tenter quelques essais pratiques.

» A Banyuls, les essais ne pourront être faits que lorsque la construction du vivier sera entièrement terminée. Mais à Roscoff, où un parc et un vivier réunissent les conditions propres à la conservation des animaux, je viens cette année même de faire quelques élevages dont je désire indiquer les premiers résultats à l'Académie.

» Ce qui m'a conduit à faire cette tentative, c'est l'existence des conditions favorables à la vie des huîtres sur les plages de Roscoff; ces conditions sont démontrées par ce fait que l'on y trouve sous les pierres de la grève des individus isolés, qui cependant ne sont pas rares. Dans la rivière

de Saint-Pol-de-Léon et autre part il y a eu des bancs d'huîtres, aujourd'hui en partie épuisés, et que l'Administration cherche à repeupler.

» Dans ces conditions, il m'a paru intéressant de tenter des essais de culture, sachant d'ailleurs que, sur une foule de points du littoral de l'Océan où n'existent pas d'huîtres, on y fait néanmoins de beaux et bons revenus par l'ostréiculture, en y transportant et y soignant du naissain. Si le Laboratoire réussit, peut-être pourra-t-il, par son exemple, entraîner les pêcheurs roscovites vers une industrie pouvant leur procurer une large et juste rémunération.

» Aidé par le gardien de mon laboratoire, Ch. Marty, sur le dévouement et l'intelligence duquel je puis compter, j'ai installé quelques caisses dans lesquelles, sur un fond et sous un dessus de toile métallique à mailles serrées, ont été déposées 8500 très petites huîtres à l'état de *naissain*, achetées au mois d'avril dernier (1890) dans les parcs de la rivière d'Auray.

» Ces petites huîtres avaient, à leur arrivée, en moyenne $1^{cm},5$ à 2^{cm} de diamètre; elles étaient nées dans l'été de 1889.

» On sait que le naissain, détaché soigneusement des collecteurs, est devenu un objet de commerce fort important pour quelques ostréiculteurs, qui trouvent beaucoup plus de bénéfice à vendre à cet état les produits de leurs frayères qu'à les élever jusqu'au moment où ils acquièrent une valeur *marchande*.

» C'est ce naissain qui, acheté et transporté dans des localités où les huîtres mères font défaut, devient l'objet de soins assidus et d'un commerce fort rémunérateur. L'année 1889 n'a pas été partout également propice à la fixation sur les collecteurs du frai des huîtres; aussi le naissain a-t-il acquis cette année un prix relativement élevé. Celui qui a été mis dans le vivier de Roscoff a coûté 5^{fr} le mille.

» Je mets sous les yeux de l'Académie le premier résultat obtenu après un séjour de deux mois, du 24 avril au 26 juin 1890, dans le vivier du laboratoire de Roscoff. Le premier accroissement se fait habituellement dans ces mois, il est rapide ; alors la jeune huître prend un développement relativement considérable : on peut en juger par la différence du diamètre des coquilles que je mets sous les yeux de l'Académie. En moyenne, au 26 du mois d'avril, le naissain avait 2^{cm} à $2^{cm},5$; et les jeunes huîtres, au 24 du mois de juin, avaient 5^{cm} à $5^{cm},5$ et même 6^{cm}.

» Cette *première pousse de la barbe*, ou accroissement du bord libre de la coquille, prouve bien évidemment que le naissain s'est trouvé dans des

conditions biologiques très favorables; elle fait espérer aussi qu'après deux années la taille acquise par mes élèves pourra permettre de les considérer comme étant devenues marchandes.

» Nous avons suivi, dans ce premier essai, toutes les indications qui sont aujourd'hui d'une pratique courante dans les parcs les mieux conduits.

» Après une visite à Auray, pendant laquelle M. Jardin, président de la Société d'Ostréiculture du bassin d'Auray, s'est empressé de nous fournir tous les renseignements désirables; après un voyage à Quimper pour obtenir de l'Administration des Ponts et Chaussées quelques améliorations au voisinage du vivier de Roscoff, j'espère pouvoir étendre, et de beaucoup, l'année prochaine, l'essai qui, cette année, me donne déjà, et pour le moment, un premier résultat satisfaisant ainsi que de belles espérances.

» Le naissain, cela est aujourd'hui bien reconnu, doit être entouré de soins nombreux et fréquemment renouvelés. Il doit être déplacé souvent, afin d'être garanti contre les dépôts de vase, contre la fixation sur lui des fucus et surtout des éponges, contre la voracité des crabes et autres ennemis nombreux. Après avoir visité avec la plus grande attention les parcs les mieux installés et utilisé les indications les plus pratiques, je ne puis douter que cette première expérience, que j'ai instituée et que je vais continuer à suivre de concert avec mon gardien aussi zélé que dévoué, ne conduise à des résultats importants, dont j'aurai l'honneur de tenir l'Académie au courant.

» Le but de cette première Note est de prendre date et de fixer l'époque du commencement de ces essais, qui seront ultérieurement continués parallèlement dans la Manche et dans la Méditerranée. »

ASTRONOMIE PHYSIQUE. — *Sur le spectre photographique de Sirius.* Note de M. **W. Huggins.**

« En 1879, j'ai décrit le spectre ultra-violet de l'hydrogène qui se trouve dans le spectre photographique de Sirius et des autres étoiles blanches.

» Depuis longtemps, j'ai soupçonné la présence d'un groupe de raies obscures dans la partie encore plus réfrangible du spectre de cette étoile.

» Dans une photographie de Sirius prise le 4 avril, ce groupe, que

jusqu'ici je n'avais réussi qu'à entrevoir sur les plaques, se montre distinctement, et je suis parvenu à faire des mesures approximatives des positions de six des raies du groupe.

» Ces raies obscures sont aussi fortes et aussi larges que les raies de la série ultra-violette de l'hydrogène, et appartiennent probablement à une même substance, à présent inconnue.

» A la suite de la série de l'hydrogène, on ne remarque pas de raies fortes dans le spectre continu, jusqu'à une longueur d'onde d'environ λ 3338, correspondant à la première raie de ce groupe nouveau. Les mesures approximatives de ces six raies sont les suivantes :

λ 3338
λ 3311
λ 3278
λ 3254
λ 3226
λ 3199

HYDRAULIQUE. — *Sur l'application aux grandes chutes de l'écluse de navigation à colonnes liquides oscillantes, et sur un moyen d'employer le tube oscillant automatique, sans qu'il s'arrête quand la chute motrice est notablement augmentée.* Note de M. **Anatole de Caligny.**

« Dans mon Ouvrage intitulé : *Recherches théoriques et expérimentales sur les oscillations de l'eau et les machines hydrauliques à colonnes liquides oscillantes*, j'ai présenté mon nouveau système d'épargne de l'eau dans les écluses de navigation, en le considérant comme spécialement applicable aux canaux *existants* et notamment aux chutes ordinaires. On pourrait même croire, d'après les figures de la *Pl. VI*, que j'aurais exclusivement proposé de faire entrer ou sortir l'eau latéralement.

» J'ai repris de nouveau la question pour un canal projeté avec de grandes chutes de plus de 4^{m} de haut. Je propose de faire entrer ou sortir l'eau par *quatre orifices*, dont chacun sera disposé dans un des angles de l'écluse, et par lesquels l'eau *arrivera de bas en haut*. Voici la disposition générale :

» Un aqueduc ménagé dans un des bajoyers, sur toute la longueur du sas, sera percé à ses deux extrémités. A la moitié environ de sa longueur, il sera branché avec deux autres aqueducs, se dirigeant de l'autre côté du

sas; l'un vers l'enclave des portes d'aval, l'autre vers l'angle opposé de l'amont de l'écluse.

» Ces deux derniers aqueducs seront *au-dessous* du radier. Le premier sera branché aussi par le milieu avec un aqueduc, disposé d'une manière analogue à celui qui est représenté à droite de la planche précitée, de manière à rejoindre la partie sur laquelle sont disposés les tubes verticaux mobiles.

» Il n'est pas nécessaire que les trois aqueducs précités *de distribution* aient d'aussi grandes sections que le quatrième dont je viens de parler. Il sera d'ailleurs convenable, à cause des lois de l'inertie, que les deux qui seront au-dessous du radier aient des sections plus grandes que celles de celui sur lequel ils seront branchés, afin que la distribution se fasse plus régulièrement, parce qu'ils auront chacun plus de longueur que la moitié du premier, à l'extrémité duquel se trouveront des orifices.

» Il est d'ailleurs à remarquer que, cette distribution se faisant par quatre orifices, il n'est pas nécessaire qu'ils soient notablement évasés. Cette disposition aura, entre autres avantages, celui de favoriser le calme dans l'écluse, à cause de la manière dont les ondes seront opposées les unes aux autres.

» Cette Note succincte ayant seulement pour objet d'exposer des principes, on n'entre pas ici dans les détails de la manière dont les coudes seront posés.

» Pour les grandes chutes notamment, les tubes verticaux, au lieu d'être en entier mobiles, seront en maçonnerie et n'auront de mobile que la partie inférieure, qui sera une *soupape annulaire à double siège*. Cette disposition aura un avantage spécial pour la marche automatique du système, pendant la vidange de l'écluse. On pourra, en effet, *élargir considérablement* la partie supérieure des tubes fixes, de manière que, dès les premières périodes, il se produira des oscillations en retour, d'une profondeur assez convenable pour que la soupape annulaire du tube d'aval se relève d'elle-même.

» Ce résultat pourra d'ailleurs être encore amélioré par des *pièces centrales fixes,* disposées à l'intérieur de chaque tube vertical, mais ne s'élevant que jusqu'à une certaine hauteur *au-dessous* du niveau d'amont.

» Ces pièces fixes auront d'autres avantages. Pendant le remplissage de l'écluse, elles favoriseront la marche automatique, parce qu'il ne sera pas nécessaire de retirer, à chaque période, autant de l'eau relevée dans

l'écluse pour obtenir l'oscillation *remontante* en retour, capable de faire ouvrir d'elle-même la soupape annulaire du tube d'amont.

» Il en résultera aussi, pour les oscillations en retour de la vidange et du remplissage, que leurs durées seront diminuées, ainsi qu'une perte de force vive provenant de ce que les deux tubes devaient alternativement achever de se remplir ou de se vider de quantités d'eau plus considérables.

» Il est aussi à remarquer que l'eau, montant plus vite quand le tube d'aval se fermera, la pression de haut en bas sur son anneau inférieur pourra augmenter plus rapidement, de sorte que cela viendra en aide à la force de succion qui le fait redescendre.

» Les dimensions les plus convenables des pièces fixes dont il s'agit doivent être étudiées par l'expérience. Mais on peut s'en rendre compte, jusqu'à un certain point, au moyen d'une idée qui, relativement au bélier hydraulique, m'avait été indiquée par le général Poncelet. Si l'on connaît la durée appréciable du mouvement de la soupape d'arrêt du bélier, on peut calculer les efforts résultant du changement brusque de vitesses.

» Or, pour le cas dont il s'agit, *les sections transversales ne sont jamais bouchées*. On laissera même toujours un espace annulaire assez grand entre les pièces centrales fixes et le tuyau ou la soupape annulaire pour qu'on puisse se rendre compte approximativement des pressions capables, *dans un temps qui n'est pas trop court*, d'engendrer la vitesse que doit prendre en définitive la masse annulaire liquide, afin qu'elle débite sensiblement la quantité d'eau qui passe à un instant donné dans la conduite, l'essentiel étant de modérer ce qui arrivera quand la pièce mobile retombera sur son siège (1). »

---

(1) Dans l'Ouvrage précité, page 839, j'ai remarqué, quant à mon appareil à tube oscillant automatique; ayant pour but d'élever l'eau au moyen d'une chute motrice, objet des *fig.* 23 à 28 de la *Pl. VIII*, qu'au lieu de perdre de l'eau par un *trop-plein*, quand le niveau d'amont s'élève au delà d'une certaine hauteur au-dessus de son état normal, on pouvait combiner le tube mobile avec un flotteur, qui serait atteint en vertu de l'exhaussement du bief d'amont, étant dans une capacité en communication avec ce bief.

On conçoit qu'il ne sera pas nécessaire que l'oscillation en retour redescende aussi bas, pour que le tube soit relevé en temps utile. Mais il faut tenir compte de ce que, si ce flotteur peut être entraîné, par suite d'une augmentation de la quantité d'eau débitée à chaque période, ce qui augmentera la force de succion, cette dernière force cessera d'agir à partir du moment où le tube aura atteint son siège.

Or, si l'on ne prenait pas certaines précautions, il en résulterait des soubresauts.

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'une Commission chargée de la vérification des comptes pour l'année 1889.

MM. Mouchez et de Bussy réunissent la majorité des suffrages.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. P. Delestre adresse une Note ayant pour titre : « Influence de l'état météorologique de notre atmosphère sur l'observation des éclipses de Lune ».

(Commissaires : MM. Faye, Janssen.)

M. Delaurier adresse un Mémoire « Sur de nouveaux procédés lumineux pour empêcher les abordages des navires en mer ». (Extrait.)

« Sur le haut d'un mât occupant le milieu du navire, il y aurait deux lumières. La lumière placée du côté du mât tourné vers l'avant du navire serait réfléchie par un miroir plan et colorée.

» La position relative du feu blanc et du feu coloré varie avec la direction suivant laquelle se présente le navire. Si, par exemple, le navire observé est à gauche, on voit à droite la lumière colorée et, tant qu'elle ne

---

Je m'étais donc borné à ne parler de cette disposition que pour d'assez petites élévations dans le niveau d'amont, car il pouvait baisser de quantités considérables sans que l'appareil s'arrêtât.

Mais surtout en étudiant les propriétés des pièces centrales dont je viens de parler, j'ai eu la pensée d'augmenter au besoin, beaucoup plus que je ne l'avais fait, le diamètre du tube mobile au-dessus de son anneau inférieur.

On conçoit donc que le niveau d'amont peut s'élever bien plus que je ne l'avais proposé, puisque cette augmentation de diamètre permet de trouver alternativement une pression capable de contre-balancer l'effet de bas en haut du flotteur précité, quant à la difficulté de faire tenir en temps utile sur son siège le tube mobile ou la soupape annulaire.

se rapproche pas de la lumière blanche directe, on peut continuer à naviguer en ligne droite. »

(Commissaires : MM. Jurien de la Gravière, Bouquet de la Grye.)

M. **Em. François** adresse un nouveau complément à ses Communications « Sur un système de bateau sous-marin ».

(Renvoi à l'examen de M. de Bussy.)

M. **Alex. Harkin** adresse plusieurs Mémoires pour le concours du prix Bréant.

(Renvoi à la Commission.)

M. **R. Henry** adresse un Mémoire intitulé : « Théorie nouvelle de l'aviation ».

(Renvoi à la Commission des Aérostats.)

M. **A. d'Aulan** soumet au jugement de l'Académie un Mémoire « Sur un système de moulin à vent à réglage automatique ».

(Commissaires : MM. Sarrau, Boussinesq, Léauté.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

Une Brochure de M. *L. Vauthier*, ayant pour titre : « Quelques considérations élémentaires sur les constructions graphiques et leur emploi en Statistique ». (Présentée par M. Maurice Lévy.)

ÉLECTRICITÉ. — *Sur le résidu des condensateurs*. Note de M. **E. Bouty**, présentée par M. Lippmann.

« I. Pour étudier le résidu des condensateurs en mica, j'ai employé deux procédés très simples :

» 1° Après avoir chargé le condensateur pendant un temps fort long

(théoriquement infini), on le ferme en court circuit pendant un temps connu θ, puis on mesure la charge rendue libre entre θ et $\theta + t$. Cette méthode, la plus directe, sinon la plus précise, n'exige pas de commentaire spécial.

» 2° On charge le condensateur en court circuit pendant un temps connu θ, puis on détermine par un procédé convenable la charge qu'il reçoit entre θ et $\theta + t$. Si, comme je l'ai démontré précédemment [1], le diélectrique du condensateur ne livre passage à aucun courant, toute l'électricité reçue, après la charge instantanée, contribue à la formation du résidu, et les deux méthodes doivent conduire, pour le résidu total, à des valeurs identiques.

» La seconde méthode comporte l'usage d'un condensateur auxiliaire B qui, fermé sur lui-même pendant le temps θ, se trouve ensuite pendant le temps t en cascade sur le condensateur A étudié, dans le circuit de la pile constante de force électromotrice E. Le condensateur B se charge à une différence de potentiel y toujours assez petite pour qu'on puisse faire abstraction du résidu correspondant formé sur B. Prenons pour unité la capacité de B; soient C la capacité de A, considérée comme une fonction du temps, X la différence de potentiel de ses armatures. On doit avoir, à chaque instant,

$$X + y = E, \tag{1}$$

$$d(CX) = dy; \tag{2}$$

d'où l'on tire

$$dC = \frac{(C+1)\,dy}{E-y}$$

ou très sensiblement, en vertu de la petitesse de y,

$$dC = \frac{(C+1)\,dy}{E}. \tag{3}$$

Il suffit donc de mesurer la charge dy acquise par B dans un temps très court, pour en déduire l'accroissement dC de la capacité de A et l'accroissement normal $E\,dC$ de la charge résiduelle dans le même intervalle.

» Les durées θ et t ont varié de $0^s,001$ à 4000^s. Au-dessus de 5^s, les interruptions et commutations nécessaires étaient effectuées à la main; pour les petites durées, on a eu recours à un pendule de torsion qui les réali-

---

[1] *Comptes rendus*, t. CX, p. 846.

sait d'une manière automatique, à l'aide de contacts à mercure. Les petites charges à évaluer s'obtenaient en déchargeant, soit le condensateur A lui-même (1re méthode), soit le condensateur auxiliaire B (2e méthode) sur un électromètre capillaire, préalablement calibré à cet effet et dont on notait la déviation proportionnelle à la charge. La sensibilité des mesures est constante dans tout l'intervalle des expériences.

» II. Je résumerai brièvement les résultats obtenus :

» 1° La charge, absorbée entre θ et $\theta + t$ par un condensateur qui ne fuit pas et qui s'est longuement reposé (2e méthode), est *identique* au résidu rendu libre entre θ et $\theta + t$ sur le même condensateur chargé pendant un temps très long (1re méthode).

» 2° Cette charge absorbée ou résiduelle est rigoureusement proportionnelle à la force électromotrice de la pile de charge (vérifié entre $0^{\text{dll}},05$ et 20^{dll}).

» 3° Les charges résiduelles au sein d'un même condensateur ne sont pas proportionnelles aux capacités. Pour les subdivisions 0,1; 0,2; 0,2; 0,5 du microfarad Carpentier, que j'ai choisi comme type (n° 2985-10), elles sont respectivement proportionnelles à 0,104; 0,220; 0,301 et 0,375.

» Il suit de là que les subdivisions d'un condensateur ne peuvent être considérées comme rigoureusement proportionnelles à leurs valeurs nominales que pour une seule durée de charge ou de décharge.

» 4° Le résidu total d'un condensateur qui ne fuit pas est rigoureusement égal à la somme des résidus de ses subdivisions.

» 5° Le résidu entre θ et $\theta + t$ du condensateur Carpentier, pour toutes les valeurs des variables à partir de $0^{\text{s}},001$, est représenté par une même formule empirique

$$(4) \qquad [\mathrm{R}]_{\theta}^{\theta+t} = \mathrm{A}[(t+\theta)^{c} - \theta^{c}].$$

» Il en résulte que le résidu total entre o et t, inaccessible à toute détermination directe, a pour valeur

$$(5) \qquad \mathrm{R}_{t} = \mathrm{A}t^{c}.$$

» Pour toutes les subdivisions du microfarad Carpentier, le coefficient A varie seul. L'exposant c a la valeur commune $c = 0,09$.

» 6° Le résidu total R_t n'est jamais qu'une fraction assez petite de la charge. Prenant pour unité la charge totale que possède, au bout d'une

seconde, le microfarad Carpentier considéré dans son ensemble, le résidu R_t a pour valeurs :

t.	R_t.
s	
0,001	0,0180
0,01	0,0222
0,1	0,0273
1	0,0336
10	0,0412
100	0,0507
1000	0,0624

» Il suit de là que la charge principale du microfarad est entièrement formée en moins de $0^s,001$. Elle est ici les 0,966 de la charge totale évaluée au bout de 1^s.

» Ces divers résultats ne sont exacts qu'à *la condition expresse d'employer comme pile de charge des éléments constants de résistance intérieure négligeable*. Si l'on introduit dans le circuit une résistance métallique de quelques milliers d'ohms pour des durées de $0^s,1$ à $0^s,01$, de quelques dizaines d'ohms seulement pour les durées les plus faibles, ou si l'on emploie, pour ces petites durées, des éléments à grande résistance (types Gouy ou Latimer Clark), les résultats perdent toute signification physique précise.

» Je me réserve de poursuivre les conséquences de ce travail, tant pour la détermination des constantes diélectriques qu'au point de vue pratique. Il est, en effet, bien clair, par ce qui précède, qu'on peut obtenir, à l'aide de condensateurs en mica, une précision bien supérieure à celle qu'on accorde communément à ce genre d'appareils, *à la condition de les soumettre à une étude méthodique et de se conformer pour leur usage à des règles fixes*, ainsi qu'on le fait aujourd'hui pour les thermomètres à mercure, par exemple. »

CHIMIE. — *Recherches sur l'application de la mesure du pouvoir rotatoire à la détermination des combinaisons qui résultent de l'action de l'acide malique sur les tungstates neutres de soude et de potasse*. Note de M. D. GERNEZ, présentée par M. Duclaux.

« Mes expériences antérieures [1] ont montré que les molybdates alcalins exercent sur le pouvoir rotatoire de l'acide malique une action très

(1) *Comptes rendus*, t. CIX, p. 769, et t. CX, p. 529.

énergique dont la mesure permet de mettre en évidence, au sein de la solution des corps en contact, des combinaisons qui se produisent entre des nombres simples d'équivalents de ces corps. J'ai soumis au même procédé d'investigation les solutions des tungstates neutres de soude et de potasse que j'ai fait agir sur l'acide malique gauche, et les résultats que j'ai obtenus ne présentent pas moins de variété que ceux que j'avais observés avec les molybdates.

» Les solutions employées contenaient un poids constant 1,1166 d'acide malique additionné de fractions d'équivalent de tungstate croissant par douzième et de la quantité d'eau distillée nécessaire pour amener le volume total à 24^{cc} mesurés à 15°. Les mesures de rotation ont été prises par rapport à la lumière du sodium que l'on obtient avec une remarquable intensité en utilisant le dispositif que j'ai indiqué. Le tube qui a servi dans toutes les expériences avait une longueur de $201^{mm},5$ et la solution d'acide malique observée sans addition saline donnait une rotation de 15′ à 17°, température des expériences.

» Les résultats obtenus sont réunis dans le Tableau suivant :

Fractions d'équivalent du sel employé en $\frac{1}{12}$ d'équivalent.	Tungstate neutre de soude. Rotations observées.	Tungstate neutre de soude. Variations pour $\frac{1}{12}$ d'équivalent.	Tungstate neutre de potasse. Rotations observées.	Tungstate neutre de potasse. Variations pour $\frac{1}{12}$ d'équivalent.
1	— 0°.57′	42′	— 0°.56′	41′
2	— 1.37	40	— 1.38	42
3	— 2.16	39	— 2.19	41
4	— 2.53	37	— 3. 1	42
5	— 3.30	37	— 3.41	40
6	— 4. 7	37	— 4.16	35
7	— 4.43	36	— 4.56	40
8	— 5.20	37	— 5.35	39
9	— 5.56	36	— 6.17	42
10	— 6.32	36	— 6.34	17
11	— 6.55	23	— 7. 0	26
12 = 1 éq.	— 7. 3	+ 8	— 7. 7	+ 7
13	— 6.54	— 9	— 6.31	— 36
14	— 6.32	22	— 5.44	47
15	— 6. 9	23	— 4.56	48
16	— 5.44	25	— 3.58	58
17	— 5. 7	37	— 2.54	64
18	— 4.35	28	— 2.16	38
19	— 4.14	21	— 1. 8	68
20	— 3.44	30	— 0.32	36

Fractions d'équivalent du sel employé en $\frac{1}{12}$ d'équivalent.	Tungstate neutre de soude. Rotations observées.	Variations pour $\frac{1}{12}$ d'équivalent.	Tungstate neutre de potasse. Rotations observées.	Variations pour $\frac{1}{12}$ d'equivalent.
21	− 3°. 1′	43′	+ 0°.15′	47′
22	− 1.53	68	+ 1. 6	51
23	− 1.20	33	+ 2. 8	62
24 = 2 éq.	+ 0.14	− 94	+ 2.42	− 34
25	− 0. 9	+ 23	+ 2.41	+ 1
26	− 0.43	34	»	»
27 (¹)	− 1.17	34	+ 2.12	14
28	− 1.52	35	»	»
29	− 2.16	24	»	»
30 = 2éq,5	− 2.27	+ 11	+ 1.24	16
31	− 2.19	− 8	»	»
32	− 2. 8	11	»	»
33	− 1.41	27	»	»
36 = 3 éq.	− 0.17	28	− 0.32	38
39	+ 1.28	31	− 2. 1	+ 29
42	+ 2.57	30	− 1.40	− 7
45	+ 4.16	26	»	»
48 = 4 éq.	+ 5.24	23	»	»
54	+ 6.56	15	»	»
60 = 5 éq.	+ 7.36	7	»	»
72 = 6 éq.	+ 9. 8	8	»	»
84 = 7 éq.	+10.43	8	»	»
96 = 8 éq.	+11.18	3	»	»

» *Tungstate neutre de soude.* — L'examen de ces résultats donne lieu aux remarques suivantes : 1° l'addition de poids égaux de tungstate neutre de soude à une quantité constante d'acide malique produit des effets sensiblement égaux jusqu'à ce que l'on ait ajouté à 1 équivalent d'acide malique 1 équivalent de sel; la rotation négative atteint, pour ces quantités de matières en contact, un maximum de − 7°3′ qui est vingt-huit fois la rotation produite par l'acide malique contenu dans la solution sous le même volume : on peut interpréter ce résultat en admettant que les quantités de sel ajoutées successivement se sont combinées avec l'acide en quantités équivalentes jusqu'à saturation complète de l'acide; 2° les poids de sel ajoutés augmentant au delà de 1 équivalent, la rotation diminue régulière-

(¹) Les observations suivantes ont été effectuées avec des solutions en sursaturation.

ment en valeur absolue, de négative devient positive et atteint un maximum représenté par + 0°14′ qui correspond à l'existence dans la solution de 1 équivalent d'acide et 2 équivalents de sel; la variation régulière que l'on observe indique la transformation graduelle du premier composé en un autre de pouvoir rotatoire positif, transformation qui est complète quand on a ajouté à 1 équivalent d'acide, 2 équivalents de sel; 3° pour des quantités de sel plus grandes que 2 équivalents, la rotation diminue, devient de nouveau négative et atteint une valeur maxima de − 2°27′ correspondant à 2,5 équivalents de sel; ces changements indiquent une transformation du composé précédent en un troisième qui serait formé de 2 équivalents d'acide pour 5 équivalents de sel; 4° cette nouvelle combinaison ne serait pas la dernière, car l'addition de nouvelles quantités de tungstate de soude change la grandeur de la rotation, qui passe de gauche à droite et augmente assez régulièrement pour que l'on puisse admettre la production d'une autre combinaison contenant pour 1 équivalent d'acide plus de 8 équivalents de sel, proportions pour lesquelles on observe une rotation de +11°18′, quarante-cinq fois plus grande que celle que produit l'acide malique qu'elle contient.

» *Tungstate neutre de potasse*. — Ce sel présente les mêmes particularités que le tungstate neutre de soude : 1° augmentation régulière de la rotation négative jusqu'à un maximum de − 7°7′ qui correspond à équivalents égaux des deux corps en contact; 2° diminution de la rotation avec changement de signe et maximum positif de + 2°42′ pour 1 équivalent d'acide et 2 équivalents de sel; 3° nouvelle diminution de la rotation avec changement de signe et maximum négatif de − 2°1′ lorsque la solution comprend 1 équivalent d'acide et 3 équivalents de sel; 4° enfin nouvelle diminution de la rotation pour des quantités croissantes de sel.

» Ces résultats sont donc analogues à ceux que présentent les molybdates alcalins avec des écarts moins grands dans les variations du pouvoir rotatoire. »

CHIMIE. — *De l'action du chlorure de titane sur les métaux.* Note de M. **Lucien Lévy**, présentée par M. Berthelot (1).

« Le chlorure de titane passant sur le silicium chauffé au rouge blanc donne des cristaux cubiques, blanc d'acier, très durs. Pour les obtenir, il

(1) Ce travail a été fait au laboratoire de M. Jungfleisch.

faut opérer dans une atmosphère d'hydrogène pur, à l'abri de l'air et de l'humidité.

» L'appareil employé se compose : 1° d'un système producteur d'hydrogène pur et sec; 2° d'un barboteur contenant le chlorure de titane et pouvant être légèrement chauffé; 3° d'un tube en porcelaine de Saxe, brasqué avec le mélange rutile-charbon; 4° d'une nacelle en charbon contenant le silicium; 5° d'un fourneau à vent chauffé au charbon de cornue, et 6° d'un tube de dégagement plongeant dans le mercure. Il faut avoir soin de bien chasser l'air de l'appareil avant le chauffage, et l'excès de chlorure après l'expérience. On se sert pour cela du courant d'hydrogène, que l'on dérive de manière qu'il ne passe pas par le barboteur.

» Le bore et les différents métaux peuvent être substitués au silicium dans cette expérience. Seuls, le fer et l'antimoine n'agissent pas; l'aluminium donne, outre les cristaux précédents, beaucoup de lamelles hexagonales qui sont un alliage que j'ai antérieurement décrit.

» Les cristaux obtenus dans cette réaction ne sont pas facilement attaqués par les réactifs. Seule, la potasse fondante les dissout en produisant un gaz inflammable, sans action sur les sels de cuivre. La réaction est fort vive; elle est accompagnée de déflagration, de sorte que l'analyse de ce produit me laisse encore des doutes. Je n'ai pas trouvé plus de 80 pour 100 de titane dans ces cristaux; mais cela tient sans doute à la vivacité de la réaction, qui cause des projections, et je crois qu'on peut admettre que ces cristaux sont formés de titane presque pur. En effet, d'une part, le produit n'a pas les réactions du sesquioxyde de titane décrit par M. Friedel et, d'autre part, les cristaux sont toujours les mêmes, quel que soit le métal mis en expérience, ce qui élimine l'idée d'alliages définis, puisque des alliages du titane avec des métaux aussi différents que le cuivre et l'étain, par exemple, ne sauraient être isomorphes.

» L'étude de la forme cristalline a été faite par M. Richard, préparateur à l'École des Mines. Il a opéré sur des échantillons de diverses provenances. De cette étude, il semble résulter que les cristaux sont cubiques avec les faces p, a^1, b^1 (pb^1 a varié de 134°,3 à 135° pour les divers échantillons mesurés). On trouve quelquefois des cristaux maclés, le plan d'hémitropie étant une face octaédrique. Ceci explique pourquoi beaucoup de cristaux présentent une face hexagonale autour de laquelle sont placées six faces de contour pentagonal.

» On a mesuré et trouvé des angles très sensiblement égaux à

$$b_1 b_1 = 120^\circ$$
$$b_1 P = 135$$
$$b_1 P' = 135$$
$$PP' = 90$$

P étant l'un des cubes, P' l'autre cube de la macle.

» On rencontre aussi des faces tangentielles aux arêtes du prisme hexagonal précédent : ce sont des faces du trapézoèdre a_2. »

CHIMIE AGRICOLE. — *Sur la décomposition des roches et la formation de la terre arable.* Note de M. A. **Muntz**, présentée par M. Duclaux.

« Les roches d'origine ignée, aussi bien que les roches sédimentaires, subissent incessamment des actions désagrégeantes, qui détachent de leur surface des éléments fins, amenés ensuite par les eaux et les vents dans les parties basses, où ils forment des dépôts terreux.

» On attribue à divers agents cette décomposition graduelle qui, se continuant à travers les époques géologiques, a donné naissance aux terres arables.

» Les agents atmosphériques ont une grande part dans ce phénomène, tant par les réactions chimiques qu'ils provoquent que par des actions mécaniques qui produisent une dislocation des particules rocheuses.

» J'ai été conduit, en étudiant la dissémination des organismes nitrifiants à la surface du globe ([1]), à en constater la présence sur les roches, principalement dans les parties qui sont en voie d'effritement, et à leur attribuer une part importante dans les faits qui amènent la désagrégation, sans cependant avoir la prétention de leur assigner un rôle exclusif.

» Lorsque des organismes végétaux se développent au contact des pierres les plus dures, ils agissent visiblement sur elles, soit par leurs produits de sécrétion, soit par l'effet mécanique que leurs organes déterminent en s'introduisant dans les moindres fissures.

» Les faits de corrosion et de dislocation dus aux racines des végétaux supérieurs sont faciles à constater; il en est de même de ceux que pro-

---

([1]) *Annales de Chimie et de Physique*, 6e série, t. XI.

duisent les végétaux inférieurs, les algues et les lichens, qui sont si abondamment répandus sur les roches dénudées.

» D'après mes observations, il faut attribuer aux organismes microscopiques une action pareille, mais beaucoup plus subtile, parce que leur extrême petitesse leur permet de s'introduire dans les interstices les plus capillaires.

» J'ai d'abord examiné leur fonction dans les conditions les plus simples, sur les hautes montagnes, où la roche est dénudée et où les végétaux supérieurs ne peuvent plus vivre.

» La roche nue constitue généralement un milieu purement minéral, où ne sauraient se développer que des végétaux pouvant puiser dans l'atmosphère leur aliment carboné et azoté. Les organismes nitrifiants sont dans ce cas. J'ai montré ([1]) qu'ils peuvent se développer en empruntant à l'atmosphère ambiante le carbonate d'ammoniaque et les vapeurs d'alcool, dont j'ai signalé la présence constante dans l'air ([2]). D'après les récents travaux de M. Winogradsky, ils assimilent même le carbone de l'acide carbonique, comme le font les végétaux à chlorophylle. Si nous continuons à envisager le cas des roches dénudées des hautes montagnes, nous voyons que les conditions d'existence et de développement de ces êtres inférieurs sont remplies.

» Aussi, en examinant les produits d'effritement, on constate qu'ils sont uniformément recouverts d'une couche de matière organique, évidemment formée par ces végétations microscopiques. Nous voyons donc, dès le premier moment de l'effritement, apparaître sur les particules rocheuses l'élément caractéristique de la terre végétale, l'humus, dont la proportion augmente ensuite rapidement quand les produits de la désagrégation, se réunissant au bas des déclivités, se recouvrent de plantes à chlorophylle.

» Je rappelle que j'ai trouvé d'une façon constante l'organisme nitrifiant sur les particules rocheuses, recueillies dans des tubes stérilisés et ensemencées dans des milieux appropriés, où elles ne tardaient pas à produire la nitrification. Les roches dénudées des Alpes, des Pyrénées, de l'Auvergne, des Vosges, comprenant les types minéralogiques les plus variés : granits, porphyres, gneiss, micaschiste, roches volcaniques, calcaires, grès, se sont montrées recouvertes de ferment nitrique.

» Nous avons montré, M. Schlœsing et moi, qu'au-dessous d'une cer-

---

([1]) *Annales de Chimie et de Physique*, 6e série, t. XI.

([2]) *Comptes rendus*, t. XCII, p. 499.

taine température ces organismes ne fonctionnent plus. Leur action sur la roche est donc limitée à la période d'été, si courte aux grandes altitudes. Pendant la saison froide, leur vie est suspendue, mais ils ne périssent pas, puisque je les ai rencontrés, vivants et prêts à reprendre toute leur activité, après un sommeil séculaire, sous les glaces éternelles des glaciers, où la température ne s'élève jamais au-dessus de zéro.

» Jusqu'à présent, je n'ai parlé que des roches dénudées des hautes montagnes, parce que là se trouvent réalisées les conditions les plus simples. Mais l'activité du ferment nitrique s'exerce sur une bien plus vaste échelle dans les conditions normales des niveaux inférieurs, où la roche est recouverte de terre végétale. Elle n'est pas limitée à la roche massive, mais se continue sur les fragments de diverses grosseurs répandus dans le sol et qui sont amenés graduellement à l'état de particules plus fines. C'est donc un phénomène de la plus grande généralité.

» Souvent l'action des microorganismes ne se borne pas à la surface et s'étend dans la profondeur de la masse rocheuse. C'est le cas des roches dites *pourries*, dont les particules se désagrègent et se séparent, comme cela s'observe fréquemment dans les calcaires, les schistes, les granits. Dans ces roches en décomposition, j'ai toujours constaté la présence de l'organisme de la nitrification.

» Un des exemples les plus frappants m'a été fourni par un massif des Alpes de l'Oberland bernois, le Faulhorn (Pic pourri), qui est constitué par un calcaire schisteux noir et friable en voie d'émiettement, et dont toute la masse est envahie par le ferment nitrique.

» En appliquant à cet état de la roche l'expression de *pourrie*, qui, depuis les travaux de M. Pasteur, se traduit par la définition si lumineuse de *faits connexes du développement d'êtres microscopiques*, on établissait donc inconsciemment, entre ces deux ordres d'idées, une corrélation confirmée par les recherches que je viens d'exposer.

» Quand on considère la faible intensité de ces phénomènes, on est tenté d'en méconnaître l'importance; mais leur continuité et leur généralité doivent les faire classer parmi les causes géologiques auxquelles l'écorce terrestre doit sa physionomie actuelle et qui, en particulier, ont contribué à la formation des dépôts d'éléments fins constituant la terre arable. »

ZOOLOGIE. — *Sur le développement du blastoderme chez les Crustacés isopodes* (Porcellio scaber *Latr.*). Note de M. **Louis Roule**, présentée par M. Milne-Edwards.

« De nouvelles recherches m'ont permis d'étendre et de rectifier certains faits avancés dans une Note précédente (séance du 8 juillet 1889).

» Les ovules les plus jeunes qu'il m'ait été donné d'observer, parmi ceux renfermés dans la cavité incubatrice de la femelle, étaient déjà fécondés. Leur vitellus est divisé en deux parties : une masse considérable de deutolécithe et quelques îlots épars de plasma formatif, très minces, situés à la surface de cette dernière. Le plasma formatif contient de très fines granulations; un seul des îlots, placé dans la région de l'ovule qui correspondra au pôle antérieur du corps de l'embryon, montre un noyau formé par la fusion du pronucléus mâle et du pronucléus femelle; tous les autres îlots sont dépourvus de noyaux. Le deutolécithe est constitué par un hyaloplasme homogène et abondant, renfermant de nombreuses et volumineuses granulations; les zones de contact entre le plasma formatif et le deutolécithe sont tantôt très nettes, tantôt diffuses, en ce sens que le premier passe au second par une transition ménagée; ces zones de transition sont d'habitude, à ce stade, peu épaisses et de faible étendue.

» Les îlots formatifs dépourvus de noyaux ne se segmentent jamais d'eux-mêmes; seule, la bande placée dans la région antérieure de l'ovule présente des phénomènes de division. Le noyau se scinde en deux parties, qui se partagent elles-mêmes, et ainsi de suite; la segmentation du noyau est suivie de celle du protoplasme. A mesure que ces phénomènes se produisent, la portion du deutolécithe située dans le voisinage immédiat de cette bande perd ses caractères propres pour acquérir ceux du plasma formatif; quelques-uns des nouveaux noyaux émigrent dans cette zone nouvelle, et le processus continue ensuite par la multiplication de ces derniers noyaux et par la production constante de plasma formatif aux dépens du deutolécithe. Il résulte de ce mode de développement que l'îlot formatif antérieur augmente en profondeur et surtout en surface; il s'étale donc sur l'ovule en gagnant de préférence la face ventrale, pour se diriger ensuite en arrière et en haut. Les parties surajoutées à la bande primitive sont formées d'un plasma qui dérive du deutolécithe par la différenciation de ce dernier, et de noyaux qui proviennent de l'unique noyau résultant de

la conjugaison sexuelle; ces noyaux se divisent constamment et déterminent la segmentation du plasma; la bande est donc, en somme, constituée par des cellules qui s'étalent sur le vitellus, et l'ensemble de ces cellules n'est autre que le blastoderme.

» Lorsque le blastoderme, en s'accroissant, vient à rencontrer un des îlots dépourvus de noyaux, il se fusionne avec lui et lui fournit des parcelles de substance nucléaire; celles-ci mettent alors en activité kinétique le protoplasme de l'îlot, qui s'organise en cellules se joignant à celles du blastoderme, et situées également autour du vitellus nutritif.

» En résumé, le mode de développement du blastoderme se réduit à deux phénomènes corrélatifs :

» 1° La différenciation périphérique du deutolécithe, sur tout le pourtour de l'ovule, en un plasma formatif, destiné à devenir le protoplasme des cellules du blastoderme. L'îlot nucléé antérieur, qui produit le blastoderme, ne lui donne pas naissance en s'aidant seulement de ses propres forces, mais bien en empruntant au deutolécithe l'excédent nécessaire.

» 2° La division nucléaire qui ne cesse de s'effectuer dans les parties du blastoderme nouvellement formées, de sorte que tous les noyaux du blastoderme proviennent, sans aucune exception, du noyau primitif de l'ovule fécondé. La longueur des anses de substance nucléaire, lors des premières scissions, m'avait induit en erreur et porté à croire que certains noyaux naissaient spontanément, par une sorte de condensation locale d'une matière nucléaire diffusée dans le vitellus. Plusieurs auteurs ont émis une manière de voir presque semblable à celle avancée dans ma dernière Note; une étude approfondie me permet d'affirmer : 1° que le deutolécithe ne contient point de substance nucléaire diffuse ni de substance nucléaire condensée en noyaux distincts; 2° que tous les noyaux du blastoderme dérivent du noyau primitif résultant de la conjugaison du pronucléus mâle et du pronucléus femelle; 3° que les noyaux des cellules vitellines (des auteurs), comme ceux des autres éléments cellulaires du corps de l'embryon, sont fournis par les noyaux blastodermiques.

» J'exposerai, dans une prochaine Note, le mode de développement des feuillets aux dépens du blastoderme ainsi constitué. »

MINÉRALOGIE. — *Caractères cristallographiques et optiques du pyroxène obtenu dans l'eau suréchauffée*. Note de M. A. **Lacroix**, présentée par M. Daubrée.

« M. Daubrée a obtenu, il y a vingt-trois ans (¹), le pyroxène cristallisé, dans l'eau suréchauffée au rouge sombre, où la décomposition du verre donnait, en outre, naissance à du quartz en cristaux, portant les plagièdres, les uns droits, les autres gauches. C'est la première fois qu'un silicate anhydre et cristallisé a été produit par voie humide.

» Ces cristaux, qui sont très petits mais fort nets, ont déjà été mesurés et décrits (²). Cependant, sur la demande de M. Daubrée, je les ai examinés particulièrement dans leurs caractères optiques.

» Ces cristaux de pyroxène ont en moyenne $0^{mm},10$ de plus grande dimension; ils présentent les formes $m(110)$, $h^1(100)$, $g^1(010)$, $b^{\frac{1}{2}}(\bar{1}11)$: m et $b^{\frac{1}{2}}$ sont très développés, h^1 et g^1 réduits à de petites facettes. Les cristaux ont l'aspect de l'augite des tufs basaltiques. Ils sont souvent maclés suivant $h^1(100)$; $mm = 87°$ environ; $h^1 g^1 = 90°$ (angles mesurés au microscope).

» Sous une épaisseur de $0^{mm},10$, ils sont, en général, transparents polychroïques (suivant $n_g =$ vert, $n_m =$ brunâtre, $n_p =$ vert clair). Il existe parfois des facules brunâtres, envahissant peu à peu le cristal, jusqu'à le rendre opaque.

» Les clivages prismatiques sont très difficiles.

» Le plan des axes optiques est parallèle à $g^1(010)$. La bissectrice est positive (n_g). Dans g^1, elle fait avec la trace de $h^1(100)$ [dans l'angle obtus $ph^1(001)(100)$] un angle assez grand, qui n'a pu être mesuré exactement, faute de sections convenables; les cristaux étant trop petits pour être taillés et la face $g^1(010)$ trop peu développée pour en permettre l'examen avec sécurité.

» L'angle des axes optiques (2V) autour de la bissectrice aiguë n_g est d'environ 60° avec une dispersion inclinée.

» La biréfringence maximum est d'environ $(n_g - n_p)$ 0,025.

» Toutes ces propriétés sont suffisamment caractéristiques pour identifier le pyroxène artificiel avec celui des roches volcaniques. Par ses colorations, il rappelle aussi celui d'Ala en Piémont. »

(¹) *Comptes rendus*, t. XLV, p. 792; 1857.

(²) *Géologie expérimentale*, p. 175.

MINÉRALOGIE. — *Identité de composition de quelques phosphates sédimentaires avec l'apatite.* Note de M. **Henri Lasne**, présentée par M. Daubrée.

« Le fluor existe dans les phosphates naturels d'origine sédimentaire que j'ai examinés en proportion beaucoup plus forte qu'il n'est indiqué dans la plupart des analyses publiées antérieurement. Cela tient à la méthode même qui était employée pour le dosage de ce corps, et qui ne donne, appliquée aux phosphates, que des résultats incomplets, ainsi que je l'ai reconnu. D'un autre côté, le calcium combiné au fluor était évalué à l'état de chaux et, par suite, les analyses paraissaient dénoter un excès de cette base, dont on ne savait que faire. Plusieurs auteurs la supposaient combinée à de la silice.

» M'occupant depuis longtemps de l'analyse des phosphates, j'ai été conduit à rechercher la raison de ces anomalies, et j'ai constaté qu'elles tenaient surtout à l'inexactitude du dosage du fluor. J'ai combiné une méthode nouvelle ([1]) qui m'a permis de doser ce corps avec rigueur; je l'ai appliquée d'abord aux phosphates dont je faisais l'étude à cette époque et qui appartiennent à la base du liasien ([2]). J'ai constaté que ces minéraux sont en réalité des fluophosphates, à composition définie, identique à celle de l'apatite, c'est-à-dire contenant 1 équivalent de fluor pour 3 équivalents de phosphore. Les acides saturent exactement les bases (chaux et isomorphes), et l'excès inexplicable de chaux n'existe pas. Le fluophosphate est mélangé à une gangue constituée de sable, d'argile, d'oxyde de fer, de sulfate et de carbonate de chaux.

» Depuis cette époque, j'ai analysé un certain nombre d'échantillons de phosphate d'origines diverses : les uns proviennent du gault (Grandpré, Ardennes), les autres du sommet de l'étage à *Belemnitella mucronata* (environs de Mons), et j'ai retrouvé le même rapport entre les acides et les bases, qui se saturent exactement, entre le phosphore et le fluor, de 3 équivalents à 1.

([1]) *Bull. Soc. chim. de Paris,* juillet 1888; juin 1889.

([2]) *Contribution à l'étude géologique du département de l'Indre* (*Annales géologiques*, 1889).

» La seule exception consiste en ce que les phosphates colorés en vert par la glauconie me paraissent contenir un peu trop de fluorure de calcium ; je compte rechercher si cet excès ne provient pas de la gangue.

» En dernier lieu, dans une étude en cours sur les terrains phosphatés des environs de Doullens (Somme) où les phosphates appartiennent à l'étage à *Belemnitella quadrata*, j'ai analysé un certain nombre d'échantillons de phosphate; je donnerai le détail des analyses dans un Mémoire qui paraîtra prochainement au *Bulletin de la Société géologique de France*. Toutes ces analyses vérifient exactement les conclusions que j'avais été amené à formuler pour les phosphates du lias de l'Indre.

» Le fait revêt donc une certaine généralité, puisqu'il s'applique sans exception à tous les phosphates que j'ai examinés jusqu'à présent, ceux du lias, du gault et de deux niveaux du sénonien, c'est-à-dire à la plupart des phosphates exploités dans le bassin parisien et la Belgique, et cela malgré des différences très grandes dans l'aspect extérieur du minéral : les phosphates du lias étant de gros rognons tendres, d'un blanc plus ou moins grisâtre, à texture amorphe, empâtés dans de l'argile; ceux du gault, des rognons durs, noirs ou verdâtres, empâtés dans du sable glauconieux; enfin ceux du sénonien, de petits grains presque microscopiques disséminés dans de la craie blanche, et présentant une texture cristalline. C'est pourquoi les résultats acquis m'ont paru dignes d'être signalés à l'attention des chimistes et des géologues.

» Je compte entreprendre successivement l'analyse des différents phosphates d'origine sédimentaire, afin de rechercher quels sont ceux qui rentrent dans la classe des fluophosphates à composition définie et quels sont ceux qui s'en écartent. »

MINÉRALOGIE. — *Sur la reproduction de la sillimanite et la composition mineralogique de la porcelaine.* Note de M. W. VERNADSKY, présentée par M. Fouqué.

« Nous connaissons trois variétés de combinaison de la silice et de l'alumine : disthène, andalousite et sillimanite. Une seule, la sillimanite, ou un produit très voisin, a été reproduite artificiellement par MM. Sainte-Claire Deville et Caron [1].

[1] SAINTE-CLAIRE DEVILLE et CARON, *Comptes rendus*, t. XLVI; 1858, et t. LII; 1861. *Ann. de Ch. et de Phys.*, 3e série, t. XLVI.

» A une température élevée, le disthène se transforme en sillimanite avec un dégagement de chaleur [1]. J'ai pu mesurer, grâce à l'obligeance de M. Le Chatelier, cette température avec son pyromètre et je l'ai trouvée égale à peu près à 1350°. A la même température, l'andalousite se transforme en sillimanite avec un dégagement de chaleur. Sans rien perdre de poids les cristaux d'andalousite perdent leur transparence, deviennent plus ou moins blancs, opaques. Les parties modifiées, étudiées en plaques minces en lumière polarisée, s'éteignent parallèlement aux arêtes prismatiques des cristaux primitifs, mais le signe optique dans le sens de l'allongement est devenu positif. Dans quelques expériences, on pouvait remarquer des parties d'andalousite non changées, qui ont conservé leur caractère optique et sont restées transparentes. Comme toutes les parties transformées de l'andalousite s'éteignent en même temps et que le cristal perd cependant sa transparence, on doit penser que l'opacité provient probablement de la réflexion de la lumière sur les faisceaux ou sur des couches de prismes de sillimanite.

» En chauffant jusqu'à blanc dans le four Leclercq et Forquignon les poudres de silice et d'alumine pures, intimement mélangées, il se fait une combinaison et formation de sillimanite. Il faut prendre ces poudres en proportions déterminées; j'ai obtenu un verre laiteux, très dur, qui paraît être bien fondu pour des mélanges constitués dans la proportion de 2 de silice pour 1 d'alumine



$$2SiO^2 \text{ pour } 1Al^2O^3.$$

» La réaction est moins visible avec 1 partie de Al^2O^3 pour 1 partie de SiO^2, un peu plus nette avec 1 partie de Al^2O^3 pour $3SiO^2$. La fusion se produit avec dégagement de chaleur. En quelques instants, le mélange cesse d'être pulvérulent et se réunit sous la forme d'une masse vitreuse d'un blanc laiteux, légèrement poreuse. Le dégagement de chaleur opéré, on reconnaît que la masse en question est solide et ne fond pas de nouveau, même dans les parties les plus chaudes de l'appareil. Sous le microscope, le verre se présente comme une matière amorphe parsemée d'aiguilles cristallines.

» Ces aiguilles prismatiques donnent des sections transversales rhombiques; elles sont associées souvent en masses étoilées. Elles agissent assez fortement sur la lumière polarisée; le signe optique dans le sens de l'al-

---

(1) Voir *Bull. Soc. minér.*, t. XII; 1889.

longement est positif. La matière amorphe se dissout dans l'acide fluorhydrique à froid; les éléments prismatiques restent intacts même après un séjour prolongé dans l'acide. Ils se décomposent facilement dans cet acide à 70°-80° C. Ils ont été séparés de la matière amorphe par l'action de l'acide fluorhydrique à froid et soumis à l'analyse. L'analyse a été faite par la méthode de Henri Sainte-Claire Deville. Les cristaux contenaient ($0^{gr},434$) :

	Observé.	Calculé SiO^2, Al^2O^3.
SiO^2	37,31	37,02
Al^2O^3	63,65	62,98
	100,96	100,00

» La masse amorphe, dans le cas limite, doit être formée de SiO^2 pur. Dans tous mes essais, elle contenait cependant de petites quantités de Al^2O^3.

» Le dégagement subit, presque instantané, de chaleur à une température déterminée, la non-fusibilité consécutive du verre à la même température, l'aspect du groupement des cristaux, la composition des cristaux et du verre paraissent expliquer la fusion du mélange des poudres d'alumine et de silice, séparément infusibles.

» En mélangeant les poudres de SiO^2 et Al^2O^3 prises en mêmes proportions d'une petite quantité (2 à 3 pour 100) de MgO, j'ai obtenu des cristaux de sillimanite plus grands, qui m'ont permis de constater que leurs propriétés optiques sont celles de la sillimanite. MgO n'entre pas dans la composition des cristaux et peut être enlevé par HFl à froid et même en partie par HCl concentré.

» En général, toutes les fois que SiO^2 et Al^2O^3 peuvent agir l'une sur l'autre en l'absence des bases fixes (ou quand la quantité de ces bases ne dépasse pas une quantité déterminée), à une température élevée il se forme de la sillimanite.

» Les produits de décomposition par la chaleur de la topaze, de la dumortiérite, du kaolin sont composés en grande partie de ces cristaux. Tous les objets en terre réfractaire ou en argile plus ou moins pure qui ont été fortement chauffés sont remplis des mêmes produits. Des échantillons de terre réfractaire, qui ne contenaient pas d'éléments cristallins, excepté quelques morceaux de quartz, avant calcination, ont été transformés entièrement en une masse de petits cristaux disséminés dans une matière amorphe après un chauffage de soixante-douze heures à l'appareil Leclercq et Forquignon. Les prismes formés ont présenté tous les caractères des

cristaux décrits auparavant. C'est une transformation moléculaire à l'état solide, car les arêtes aiguës des échantillons n'ont présenté aucune trace de fusion.

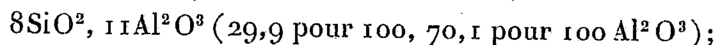
» Les observations d'Ehrenberg, Oschatz, Behrens ont montré depuis longtemps que la porcelaine est en grande partie composée d'éléments cristallisés. L'aspect des plaques minces de la porcelaine de Sèvres est tout à fait analogue au produit de chauffage du kaolin ou des terres réfractaires. Les éléments prismatiques sont excessivement petits, leur signe à l'allongement est toujours positif, les acides sont sur eux sans action, même l'acide fluorhydrique froid; à 70°, ils se décomposent par HFl. Dans quelques porcelaines, ces éléments prismatiques composent plus de 30 pour 100 de la masse. La couleur blanche de la porcelaine est due peut-être principalement à la réflexion et à la réfraction de la lumière dans des prismes de cette substance.

» J'ai essayé de séparer ces petits cristaux de la matière amorphe. Cette séparation est lente et pénible, et l'on ne peut être sûr de la pureté de la matière obtenue. Le verre traité contient des bases qui donnent soit des fluorures, soit des fluosilicates insolubles.

» L'analyse a donné les chiffres suivants :

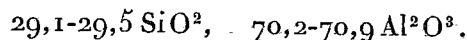
SiO^2	29,7
Al^2O^3	70,3
	100,0

» Ces nombres ne correspondent pas à la formule de la sillimanite. Ils peuvent provenir ou de décomposition partielle des cristaux sans changement de leur forme, ou d'un excès de Al^2O^3 qui est restée adhérente aux cristaux. Il se peut cependant qu'il existe une combinaison



$$8SiO^2,\ 11Al^2O^3\ (29{,}9\ \text{pour}\ 100,\ 70{,}1\ \text{pour}\ 100\ Al^2O^3);$$

car Sainte-Claire Deville [1] a obtenu aussi un produit qui contenait



$$29{,}1\text{-}29{,}5\ SiO^2,\quad 70{,}2\text{-}70{,}9\ Al^2O^3.$$

» En tout cas, la porcelaine est composée d'une matière amorphe (renfermant SiO^2 et bases) et de cristaux très voisins de la sillimanite.

» Ce travail a été fait au Collège de France, au laboratoire de M. Fouqué, auquel je suis heureux de présenter mes remerciements sincères. »

---

(1) *Comptes rendus,* t. LII, p. 781; 1861.

PALÉONTOLOGIE. — *Sur la faune d'Ammonites pyriteuses barrêmiennes du Djebel-Ouach, province de Constantine.* Note de M. G. SAYN, présentée par M. Albert Gaudry.

« J'ai l'honneur de soumettre à l'Académie les résultats d'une étude que je viens de faire d'une assez nombreuse série d'Ammonites pyriteuses provenant du néocomien du Djebel-Ouach, près de Constantine. J'en dois la communication à M. Heinz, de Constantine.

» La faune du Djebel-Ouach, généralement rapportée au valanginien sur l'autorité de Coquand, appartient en réalité au barrêmien ; elle est caractérisée par la présence de *Desmoceras difficile* d'Orbigny sp. ; *Silesites seranonis* d'Orb. sp. ; *Pulchellia provincialis* d'Orb. sp. ; *Holcodiscus Gastaldii* d'Orb. sp. La présence d'espèces aptiennes, telles que *Leptoceras Jauberti, Macroscaphites striatisulcatus*, est intéressante. Il y aura, du reste, probablement lieu de distinguer plusieurs horizons au Djebel-Ouach.

» Au point de vue paléontologique, mon but principal était d'étudier les espèces publiées sommairement et sans figures par Coquand dans ses *Études supplémentaires de paléontologie algérienne*, et d'en établir autant que possible la synonymie ; il en est malheureusement quelques-unes que je n'ai pu reconnaître.

» Au point de vue de la composition générique de cette faune, les genres *Phylloceras, Leptoceras* et *Macroscaphites*, quoique assez riches en individus, comme dans toute la région méditerranéenne, sont relativement pauvres en espèces; il en est de même des genres *Silesites* et *Hoplites ;* les formes les plus remarquables sont *Macroscaphites binodosus* Uhlig, *Silesites seranonis* d'Orb., *Hoplites Henoni* Coquand.

» Le genre *Pulchellia*, pauvre en individus, est représenté par le nombre relativement grand de onze espèces qui se répartissent très naturellement en deux groupes : celui de *Pulch. Sauvageaui* Hermite, et celui de *Pulch. Subcaicedi* nov. sp. L'étude des tours embryonnaires et des lobes des espèces du premier groupe vient entièrement à l'appui de l'opinion émise récemment par M. Douvillé sur les rapports des *Pulchellia* avec les Amalthéides. Quelques formes montrent une singulière inégalité de développement et une sensible différence de structure du premier lobe latéral sur les deux flancs. Ce genre a fourni un certain nombre d'espèces nouvelles, dont les plus intéressantes sont *Pulch. hoplitoides* qui montre des caractères

externes de *Hoplites*, et *Pulchellia coronatiformis* dont le jeune montre un stade coronatiforme analogue à celui des *Sonninia*.

» Les *Desmoceras*, assez nombreux (huit espèces), offrent, à côté de formes nettement barrêmiennes, comme *Desmoceras strettostoma* et *Desm. difficile*, une série d'espèces à facies plutôt aptien. *Desm. cirtense* nov. sp. est une forme voisine de *Desm. annibal* Coquand et forme avec lui un petit groupe nettement caractérisé par sa ligne suturale.

» Les *Holcodiscus* sont assez nombreux; l'espèce la plus remarquable est *Holcodiscus Geronimæ* Hermite = *Holc. metamorphicus* Coquand.

» Les Céphalopodes déroulés, très rares au Djebel-Ouach, comprennent quelques formes du genre *Leptoceras* Uhlig. Cette rareté des Céphalopodes déroulés est un caractère assez singulier à ce niveau où ils sont si richement représentés en Europe.

» L'étude de la faune du Djebel-Ouach est le sujet d'un Mémoire présenté à la Société d'Agriculture de Lyon, qui paraîtra incessamment dans les Annales de cette Société. »

CHIRURGIE. — *De la craniectomie dans la microcéphalie.* Note de M. **Lannelongue**, présentée par M. Verneuil.

« Je ne veux invoquer, au début de ce travail, aucune raison théorique pour justifier une opération qui a été suivie des plus heureux effets. Il me paraît préférable de faire connaître tout d'abord l'état du jeune sujet chez qui la tentative a eu lieu le 9 mai 1890.

» C'est une petite fille de 4 ans, offrant les déformations craniennes et les signes de la microcéphalie sous sa forme grave. Elle est née à terme, sans accident, d'un père de 38 ans et d'une mère de 35, tous deux exempts de défectuosités physiques et jouissant d'une bonne santé. On ne trouve donc aucune influence héréditaire pour expliquer l'état de cette fillette, qui a cinq frères ou sœurs tous bien portants. La mère raconte que sa fille a toujours été en retard. Jusqu'à 3 ans, elle n'a pris que des aliments liquides; elle n'a jamais marché et ne se tient pas même debout. Depuis quelques semaines seulement, on lui fait balbutier quelques syllabes, toujours les mêmes. La salive s'écoule hors de la bouche, comme chez le nouveau-né.

» Les apparences sont celles d'un enfant de 2 ans, imparfaitement développé : elle est petite, chétive, et, quoique ses yeux soient brillants et très mobiles, elle ne paraît pas s'intéresser à ce qui se passe autour d'elle et l'on ne parvient pas à captiver son attention. Dans son lit elle pousse continuellement des cris inarticulés et balbutie les mêmes monosyllabes en s'agitant sans cesse et sans but.

» Le corps entier est grêle dans toutes les dimensions : taille 77^{cm}; circonférence du thorax 45^{cm} au niveau des mamelons; charpente osseuse des membres mince, extrémités longues et grêles.

» L'enfant, mise debout, tombe immédiatement et de tout son poids lorsqu'on cesse de la maintenir : on ne parvient pas à la faire marcher même en la soutenant par les bras, mais les membres inférieurs exécutent alors des mouvements désordonnés, toujours dans le même sens. Il n'y a, en effet, aucun déplacement antéro-postérieur du tronc; l'enfant, soutenue, lève et abaisse alternativement les jambes avec une extrême rapidité et en piétinant sur place.

» On ne constate ni contractures, ni paralysies, ni trépidation épileptoïde; la sensibilité générale paraît normale; les réflexes ne sont pas augmentés.

» La tête, d'un très petit volume, présente une déformation remarquable. Le crâne est étroit, très aplati transversalement, saillant au contraire sur le vertex: c'est le type du genre scaphoïdien.

» La face, amincie en travers, présente un prognathisme assez accusé; le nez est développé et aquilin; le front, fuyant, est très étroit. De tous les diamètres craniens, un seul se rapproche de l'état normal, c'est l'occipito-frontal, qui mesure 155^{mm}. Les autres, très amoindris, atteignent : le bi-pariétal, 119^{mm}; le bi-auriculaire, 105^{mm}; le bi-frontal, 86^{mm}.

» Telle est la fillette, vrai type de microcéphalie, avec idiotie, confiée à mes soins. Je n'eusse certainement pas songé à une intervention quelconque, si je n'avais pas fait précédemment l'autopsie d'un cas semblable, provenant du service de mon Collègue, M. Legroux. Mais, avant d'en parler, qu'il me soit permis de rappeler les courants d'opinion qui existent actuellement sur cette question obscure de la microcéphalie.

» Il existe trois théories principales : la première, celle de l'ossification prématurée des sutures, défendue par Virchow, perd du terrain chaque jour et semble même abandonnée en ce qu'elle a d'absolu. La seconde admet que chez le microcéphale le cerveau est normal, mais réduit dans sa forme, son volume et toutes ses dimensions; les circonvolutions sont moins saillantes et plus simples, leurs intervalles agrandis, etc. C'est l'opinion de C. Vogt (¹) et les faits de Baillarger, Broca (²), Ducatte (³), Bourneville (⁴), etc. sont ses appuis les plus solides.

(¹) C. Vogt, *Mémoire sur les Microcéphales ou Hommes singes*. Genève, Bâle, 1867.

(²) P. Broca, *Sur un cas excessif de microcéphalie* (*Bulletin de la Soc. anthropologique*, Paris, 1876, 2e série, t. XI, p. 85) et *Sur un microcéphale âgé de 2 ans ½* (*Ibid.*, 1880, 3e série, t. III, p. 387).

(³) Ducatte, *La microcéphalie, au point de vue de l'atavisme* (Thèse). Paris, 1886.

(⁴) Bourneville et Wuillaumié, *Note sur deux cas de microcéphalie* (*Bull. Soc. anat.*, 4e série, t. VI, p. 756; 1881).

» Cependant des recherches en cours d'élaboration donnent plus de crédit à une troisième opinion, qui consiste à envisager la microcéphalie comme un état morbide du cerveau. L'encéphale présenterait des altérations pathologiques d'origine embryonnaire ou fœtale combinées souvent avec des altérations du crâne. Bourneville (¹), Hill (²), Hutchinson (³) en ont rapporté des exemples frappants.

» Tel était aussi le cas de l'enfant dont j'ai fait l'autopsie; à côté d'altérations cérébrales manifestes, on trouvait un crâne épais et des hyperostoses irrégulières, en même temps que les sutures de la voûte étaient très serrées (⁴).

» Dans ces conditions, j'ai pensé qu'on pouvait peut-être modifier une évolution cérébrale compromise ou retardée, et chercher à lui donner un nouvel essor en affaiblissant la résistance du crâne, principalement dans la région du cerveau où se trouvent les centres qui exercent la plus grande influence sur la vie de relation.

» Les résultats obtenus sont assez significatifs dès à présent pour qu'il soit utile de les divulguer, ainsi que le procédé opératoire suivi.

» Le crâne a été ouvert, non pas comme dans les trépanations ordinaires, mais dans un lieu d'élection spécial, le long de la suture sagittale, avec possibilité de prolonger le débridement cranien le long des sutures voisines, au delà même de la suture frontale, opération qui a été faite depuis. Je pratiquai donc, à un travers de doigt de la ligne médiane, une longue et étroite incision cranienne, parallèle à la suture sagittale et partant de la suture frontale pour aboutir à la suture occipitale. En un mot, je fis au côté gauche du crâne, qui était d'ailleurs notablement plus déprimé que le droit, une perte de substance longue de 9^{cm} et large de 6^{mm}. La dure-mère ne fut point intéressée, la plaie superficielle fut réunie sans drainage, et la cicatrisation eut lieu par première intention.

» Cette craniectomie a été pratiquée le 9 mai, et, le 15 juin, on a constaté des résultats que je me suis refusé à consigner moi-même, laissant ce soin à mon interne, M. Dupré; les élèves du service et des médecins français et étrangers ont pu et peuvent encore les contrôler.

(¹) Bourneville, *Bull. Soc. anat.*, 4e série, t. VI; 1881.

(²) Hill, *The anatomy of hydromicrocephalous brain* (*Journal anat. and phys.*, t. XIX, p. 363). London, 1884-85.

(³) Hutchinson, *Brit. medic. Journal,* t. I, p. 1018. London, 1886.

(⁴) Ce crâne, qui appartient à la collection de M. Lannelongue, est mis sous les yeux des membres de l'Académie.

» L'état de Valentine Plossard a beaucoup changé et s'est très notablement amélioré depuis l'opération. L'enfant est beaucoup plus calme, les cris presque incessants qu'elle poussait ont cessé dès le lendemain. Elle paraît s'intéresser à ce qui se passe autour d'elle, joue, rit, et semble très heureuse qu'on s'occupe d'elle. Elle comprend, essaye de parler et prononce quelques mots. Elle se tient debout, toute seule, sans qu'on la soutienne. Elle ne piétine plus sur place, elle marche et fait des pas très réguliers, en titubant un peu quand elle se presse, comme tous les enfants qui commencent à marcher. A ce point de vue surtout, les progrès sont réels et l'amélioration indiscutable. Enfin elle ne bave plus, ses excrétions nasales sont normales.

» En somme, les phénomènes d'excitation cérébrale caractérisés par les cris incessants et par la trépidation des membres inférieurs dans la station verticale, l'enfant étant soutenue, ont complètement disparu. Le développement de l'intelligence paraît se faire progressivement et, en tenant compte de l'éducation qu'elle reçoit dans la salle, il est incontestable qu'elle a fait des progrès rapides et réels depuis l'opération. Aujourd'hui, elle mange à table. L'état local est parfait, la cicatrice est mobile et non adhérente. On sent en dehors d'elle une dépression linéaire peu profonde et étroite correspondant à la perte de substance de la boîte cranienne.

» On doit remarquer que, quelle que soit l'influence exercée par l'acte opératoire, une part de l'amélioration doit être attribuée à l'éducation de l'enfant. C'est la seconde partie et le complément nécessaire du traitement. »

M. **Verneuil** fait suivre cette Communication des quelques lignes suivantes :

« J'appelle toute l'attention de l'Académie sur une opération absolument nouvelle, qui fait le plus grand honneur au chirurgien distingué qui l'a imaginée, exécutée et menée à bonne fin.

» Il ne s'agit point ici, en effet, d'une tentative empirique faite au hasard, ni d'une sorte de vivisection humaine comme on en exécute trop souvent de nos jours. La résection partielle des os de la voûte du crâne, opposée à la microcéphalie, est une conception tout à fait rationnelle inspirée par l'Anatomie et la Physiologie pathologiques et qui a déjà donné, conformément à l'*a priori* théorique, un résultat fort remarquable.

» Sans doute, l'entreprise semble hardie, et ne laisse pas que de l'être; mais elle n'est pourtant point téméraire, étant données la bénignité des opérations dans l'enfance, la simplicité du manuel opératoire et surtout la latitude extrême que la pratique de l'antisepsie donne à nos interventions chirurgicales.

» J'ai vu ce matin même la fillette, mais j'ai de plus examiné un autre

enfant qui tout récemment a subi la même opération : tous les deux vont à merveille. Dès aujourd'hui, on peut donc compter sur le *succès opératoire* de la craniectomie, telle que la pratique M. le professeur Lannelongue.

» Quant au *succès thérapeutique*, l'avenir décidera, et d'ailleurs le dernier mot n'est point dit sur la question technique et sur les perfectionnements qu'on y peut apporter. »

GÉOGRAPHIE. — *Sur un nouveau système de figuration du relief géographique.* Note de M. **Eugène Guillemin**, présentée par M. Faye.

« Parmi les moyens de figurer exactement le relief géographique on doit distinguer d'abord le tracé des courbes de niveau, ensuite l'emploi des teintes hypsométriques graduées selon l'altitude.

» Dans le système dont il s'agit ici, les teintes hypsométriques sont conservées, les courbes de niveau qui les limitent sont ajoutées; mais ces courbes sont réservées en blanc d'un côté supposé éclairé, et tracées en noir du côté obscur. La précision géométrique des deux procédés ainsi associés est rigoureusement conservée, et le résultat présente en outre les qualités expressives qui distinguent l'emploi de la lumière oblique.

» Telle est la méthode qui a permis d'obtenir une Carte de France et des régions limitrophes à l'échelle de $\frac{1}{3500000}$ (d'après la Carte de l'État-Major), sur laquelle on a en plus figuré la triangulation de premier ordre, de sorte qu'il est possible d'apprécier les raisons qui ont déterminé le choix des sommets; une Carte d'Algérie et Tunisie qui doit également recevoir les triangles géodésiques a été de même établie. Ces deux Cartes ont été dressées pour le portefeuille des cours d'Astronomie et de Géodésie à l'École Polytechnique.

» Enfin, une Carte d'Alsace-Lorraine à l'échelle de $\frac{1}{800000}$ permet de saisir plus aisément ce mode de représentation. »

La séance est levée à 4 heures trois quarts.

J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 23 JUIN 1890.

Les enchaînements du monde animal dans les temps géologiques fossiles secondaires; par ALBERT GAUDRY, Membre de l'Institut, Professeur de Paléontologie au Muséum d'Histoire naturelle. Paris, F. Savy, 1890; in-8°.

Routes nationales. Recensement de la circulation en 1888. Ministère des Travaux publics. Paris, Imprimerie nationale, 1890; in-4°.

Mémoires de la Société géologique de France, 3e série, tome V. II. *Échinides éocènes de la province d'Alicante; par* G. COTTEAU. Paris, 1890; in-4°.

Les bactéries et leur rôle dans l'étiologie, l'anatomie et l'histologie pathologiques des maladies infectieuses; par A.-V. CORNIL et V. BABES, Tomes I, II. Paris, Félix Alcan, 1890; in-8°. (Présenté par M. Chauveau.)

Revue scientifique du Bourbonnais et du centre de la France, publiée sous la direction de M. ERNEST OLIVIER. Moulins, Étienne Auclaire, 1890; br. in-8°.

L'esprit de nos bêtes; par E. ALIX. Paris, J.-B. Baillière et fils, 1890; in-8°. (Présenté par M. Chauveau.)

Remarques sur l'orographie des monts Jura; par GEORGES BOYER. Besançon, Dodivers et Cie, 1888; br. in-8°. (Présenté par M. Daubrée.)

Le Brésil, excursion à travers ses vingt provinces; par ALFRED MARC. Tomes I, II. Paris, 1890; in-12.

L'instruction publique au Brésil, histoire, législation; par le Dr PIRES DE ALMEIDA. Tomes I, II. Rio-de-Janeiro, G. Leuzinger et fils, 1890.

Géologie générale de la Russie d'Europe, publiée par le Comité de Géologie. Saint-Pétersbourg, Eggers et Cie, 1889; in-4°.

Bulletin de la Société impériale des naturalistes de Moscou; par M. MENZBIER, année 1889, n° 3. Moscou, 1890; br. in-8°.

Nova acta regiæ Societatis Scientiarum Upsaliensis, supplément au *Traité d'une fonction transcendante,* publié en 1874; par C.-F. LINDMAN. Upsal, Edv. Berling, 1888; in-4°.

OUVRAGES REÇUS DANS LA SÉANCE DU 30 JUIN 1890.

Revue de famille. La Philosophie anatomique; par M. ÉMILE BLANCHARD. Paris, 1890; br. in-8°.

Besançon en 1888; *par* MM. L. BAUDIN et JEANNOT. Besançon, Dodivers, 1889; in-8°.

Remarques sur la flore de la Polynésie, et sur ses rapports avec celle des terres voisines; par E. DRAKE DEL CASTILLO. Paris, Masson, 1890; in-4°.

Constructions graphiques et leur emploi en Statistique; par M. L.-L. VAUTHIER. Nancy, Berger-Levrault et Cie, 1890; br. in-8°. (Présentée par M. Maurice Lévy.)

Description des machines et procédés pour lesquels des brevets d'invention ont été pris, Tome LXI (nouvelle série). Paris, Imprimerie nationale, 1890; in-4°.

Le magnétisme atmosphérique; par A. FORTIN. Paris, Carré, 1890; in-12.

Le positif et le négatif. Paris, Alphonse Lemerre, 1890; br. in-8°.

Acta Mathematica; par G. MITTAG-LEFFLER. Paris, Hermann, 1890; in-4°. (Présenté par M. Hermite.)

Mémoires couronnés et autres Mémoires publiés par l'Académie de Médecine de Belgique. Bruxelles, F. Hayez, 1890; in-8°.

R. Osservatorio astronomico di Brera in Milano, nell' anno 1889; *da* E. PINI; br. in-4°.

Ricerche istoriche della sorgente di acqua termominerale del tempio di Serapide di Pozzuoli; per l'ab. GIUSEPPE DE CRISCIO. Pozzuoli, 1890; br. in-8°.

Annales de l'Observatoire de Moscou, publiées par le Dr TH. BREDICHIN, IIe série, vol. II, 1re et 2e livraison. Moscou, F. Neubürger, 1890; in-4°.

Bulletin de l'Académie impériale des Sciences de Saint-Pétersbourg, nouvelle série I, nos 2, 3, 1889-1890; br. in-4°.

Mémoires de l'Académie impériale de Saint-Pétersbourg, Tome XXXVI, no 17, Tome XXXVII, nos 1, 2, 3, 4, 5. Saint-Pétersbourg, 1890; br. in-4°.

FIN DU TOME CENT-DIXIÈME.

On souscrit à Paris, chez GAUTHIER-VILLARS ET FILS,
Quai des Grands-Augustins, n° 55.

Depuis **1835** les **COMPTES RENDUS** hebdomadaires paraissent régulièrement le *Dimanche*. Ils forment, à la fin de l'année, deux volumes in-4°. Deux Tables, l'une par ordre alphabétique de matières, l'autre par ordre alphabétique de noms d'Auteurs, terminent chaque volume. L'abonnement est annuel et part du 1er janvier.

Le prix de l'abonnement est fixé ainsi qu'il suit :

Paris : **20** fr. — Départements : **30** fr. — Union postale : **34** fr. — Autres pays : les frais de poste extraordinaires en sus.

On souscrit, dans les Départements,

	chez Messieurs :
Agen	Michel et Médan.
Alger	Gavault St-Lager. Jourdan. Ruff.
Amiens	Hecquet-Decobert.
Angers	Germain et Grassin. Lachèse et Dolbeau
Bayonne	Jérôme.
Besançon	Jacquard.
Bordeaux	Avrard. Chaumas. Vincent. Muller (G.).
Bourges	David.
Brest	Lefournier. F. Robert. J. Robert. Ve Uzel Caroff.
Caen	Baër. Massif.
Chambéry	Perrin.
Cherbourg	Henry.
Clermont-Ferr...	Rousseau. Ribou-Collaye.
Dijon	Lamarche. Ratel. Damidot.
Douai	Lauverjat. Crépin.
Grenoble	Drevet. Gratier.
La Rochelle	Robin.
Le Havre	Bourdignon. Dombre.
Lille	Ropiteau. Lefebvre. Quarré.
Lorient	Gosse. Mme Texier.
Lyon	Beaud. Georg. Mégret. Palud. Vitte et Perussel.
Marseille	Millaud.
Montpellier	Calas. Coulet.
Moulins	Martial Place.
Nancy	Sordoillet. Grosjean-Maupin. Sidot frères.
Nantes	Loiseau. Mme Veloppé.
Nice	Barma. Visconti et Cie.
Nîmes	Thibaud.
Orléans	Luzeray.
Poitiers	Blanchier. Druineaud.
Rennes	Plihon et Hervé.
Rochefort	Boucheron-Rossignol.
Rouen	Langlois. Lestringant.
St-Étienne	Chevalier.
Toulon	Bastide. Rumèbe.
Toulouse	Gimet. Privat.
Tours	Boisselier. Péricat. Suppligeon.
Valenciennes	Giard. Lemaitre.

On souscrit, à l'Étranger,

	chez Messieurs :
Amsterdam	Robbers. Feikema Caarelsen et Cie.
Athènes	Wilberg.
Barcelone	Verdaguer. Piaget.
Berlin	Asher et Cie. Calvary et Cie. Friedlander et fils. Mayer et Müller.
Berne	Schmid, Francke et Cie.
Bologne	Zanichelli et Cie.
Bruxelles	Ramlot. Mayolez. Falk.
Bucharest	Haimann. Ranisteanu.
Budapest	Kilian.
Cambridge	Deighton, Bell et Co.
Christiania	Cammermeyer.
Constantinople	Lorentz et Keil.
Copenhague	Höst et fils.
Florence	Loescher et Seeber.
Gand	Hoste.
Gênes	Beuf.
Genève	Cherbuliez. Georg. Stapelmohr.
La Haye	Belinfante frères.
Lausanne	Benda. Payot.
Leipzig	Barth. Brockhaus. Lorentz. Max Rübe. Twietmeyer.
Liège	Brandt. Gnusé.
Londres	Dulau. Nutt.
Luxembourg	V. Bück.
Madrid	Fuentès et Capdeville. Librairie Gutenberg. Gonzalès e hijos. Yravedra. F. Fé.
Milan	Dumolard frères. Hœpli.
Moscou	Gautier.
Naples	Furcheim. Marghieri di Gius. Pellerano.
New-York	Christern. Westermann.
Odessa	Rousseau.
Oxford	Parker et Cie.
Palerme	Clausen.
Porto	Magalhaès.
Prague	Rivnac.
Rio-Janeiro	Garnier.
Rome	Bocca frères. Loescher et Cie.
Rotterdam	Kramers et fils.
Stockholm	Samson et Wallin.
St-Pétersbourg	Librairie Française. Wolff.
Turin	Bocca frères. Brero. Clausen. Rosenberg et Sellier.
Varsovie	Gebethner et Wolff.
Vérone	Drucker.
Vienne	Frick. Gerold et Cie.
Zürich	Meyer et Zeller.

TABLES GÉNÉRALES DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES :

Tomes **1er** à **31**. — (3 Août 1835 à 31 Décembre 1850.) Volume in-4°; 1853. Prix .... **15 fr.**
Tomes **32** à **61**. — (1er Janvier 1851 à 31 Décembre 1865.) Volume in-4°; 1870. Prix .... **15 fr.**
Tomes **62** à **91**. — (1er Janvier 1866 à 31 Décembre 1880.) Volume in-4°; 1889. Prix .... **15 fr.**

SUPPLÉMENT AUX COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES :

Tome I : Mémoire sur quelques points de la Physiologie des Algues, par MM. A. Derbès et A.-J.-J. Solier. — Mémoire sur le Calcul des Perturbations qu'éprouvent les Comètes, par M. Hansen. — Mémoire sur le Pancréas et sur le rôle du suc pancréatique dans les phénomènes digestifs, particulièrement dans la digestion des matières grasses, par M. Claude Bernard. Volume in-4°, avec 32 planches; 1856 .... **15 fr.**

Tome II : Mémoire sur les vers intestinaux, par M. P.-J. Van Beneden. — Essai d'une réponse à la question de Prix proposée en 1850 par l'Académie des Sciences pour le concours de 1853, et puis remise pour celui de 1856, savoir : « Étudier les lois de la distribution des corps organisés fossiles dans les différents terrains sédimentaires, suivant l'ordre de leur superposition. — Discuter la question de leur apparition ou de leur disparition successive ou simultanée. — Rechercher la nature des rapports qui existent entre l'état actuel du règne organique et ses états antérieurs », par M. le Professeur Bronn. In-4°, avec 27 planches; 1861 ... **15 fr.**

A la même Librairie les **Mémoires** de l'Académie des Sciences, et les **Mémoires présentés** par divers Savants à l'Académie des Sciences.

N° 26.

TABLE DES ARTICLES. (Séance du 30 juin 1890.)

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS
DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE

NOMINATIONS.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

CORRESPONDANCE.

PARIS. — IMPRIMERIE GAUTHIER-VILLARS ET FILS,
Quai des Grands-Augustins, 55.

1890

PREMIER SEMESTRE.

COMPTES RENDUS

HEBDOMADAIRES

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES,

PAR MM. LES SECRÉTAIRES PERPÉTUELS.

TOME CX.

N° 26 (30 Juin 1890).

PARIS,
GAUTHIER-VILLARS ET FILS, IMPRIMEURS-LIBRAIRES
DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.
Quai des Grands-Augustins, 55.

1890

RÈGLEMENT RELATIF AUX COMPTES RENDUS,

Adopté dans les séances des 23 juin 1862 et 24 mai 1875.

Les *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie* se composent des extraits des travaux de ses Membres et de l'analyse des Mémoires ou Notes présentés par des savants étrangers à l'Académie.

Chaque cahier ou numéro des *Comptes rendus* a 48 pages ou 6 feuilles en moyenne.

26 numéros composent un volume.

Il y a deux volumes par année.

Article 1er. — *Impression des travaux de l'Académie.*

Les extraits des Mémoires présentés par un Membre ou par un Associé étranger de l'Académie comprennent au plus 6 pages par numéro.

Un Membre de l'Académie ne peut donner aux *Comptes rendus* plus de 50 pages par année.

Les communications verbales ne sont mentionnées dans les *Comptes rendus*, qu'autant qu'une rédaction écrite par leur auteur a été remise, séance tenante, aux Secrétaires.

Les Rapports ordinaires sont soumis à la même limite que les Mémoires; mais ils ne sont pas compris dans les 50 pages accordées à chaque Membre.

Les Rapports et Instructions demandés par le Gouvernement sont imprimés en entier.

Les extraits des Mémoires lus ou communiqués par les correspondants de l'Académie comprennent au plus 4 pages par numéro.

Un Correspondant de l'Académie ne peut donner plus de 32 pages par année.

Dans les *Comptes rendus*, on ne reproduit pas les discussions verbales qui s'élèvent dans le sein de l'Académie; cependant, si les Membres qui y ont pris part désirent qu'il en soit fait mention, ils doivent rédiger, séance tenante, des Notes sommaires, dont ils donnent lecture à l'Académie avant de les remettre au Bureau. L'impression de ces Notes ne préjudicie en rien aux droits qu'ont ces Membres de lire, dans les séances suivantes, des Notes ou Mémoires sur l'objet de leur discussion.

Les Programmes des prix proposés par l'Académie sont imprimés dans les *Comptes rendus*, mais les Rapports relatifs aux prix décernés ne le sont qu'autant que l'Académie l'aura décidé.

Les Notices ou Discours prononcés en séance publique ne font pas partie des *Comptes rendus*.

Article 2. — *Impression des travaux des Savants étrangers à l'Académie.*

Les Mémoires lus ou présentés par des personnes qui ne sont pas Membres ou Correspondants de l'Académie peuvent être l'objet d'une analyse ou d'un résumé qui ne dépasse pas 3 pages.

Les Membres qui présentent ces Mémoires sont tenus de les réduire au nombre de pages requis. Le Membre qui fait la présentation est toujours nommé; mais les Secrétaires ont le droit de réduire cet Extrait autant qu'ils le jugent convenable, comme ils le font pour les articles ordinaires de la correspondance officielle de l'Académie.

Article 3.

Le *bon à tirer* de chaque Membre doit être remis à l'imprimerie le mercredi au soir, ou, au plus tard, le jeudi à 10 heures du matin; faute d'être remis à temps, le titre seul du Mémoire est inséré dans le *Compte rendu* actuel, et l'extrait est renvoyé au *Compte rendu* suivant, et mis à la fin du cahier.

Article 4. — *Planches et tirage à part.*

Les *Comptes rendus* n'ont pas de planches.

Le tirage à part des articles est aux frais des auteurs; il n'y a d'exception que pour les Rapports et les Instructions demandés par le Gouvernement.

Article 5.

Tous les six mois, la Commission administrative fait un Rapport sur la situation des *Comptes rendus* après l'impression de chaque volume.

Les Secrétaires sont chargés de l'exécution du présent Règlement.

Les Savants étrangers à l'Académie qui désirent faire présenter leurs Mémoires par MM. les Secrétaires perpétuels sont priés de les déposer au Secrétariat au plus tard le Samedi qui précède la séance, avant 5h. Autrement la présentation sera remise à la séance suivante

TABLES

DES COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE

L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

PREMIER SEMESTRE 1890.

TOME CX.

COMPTES RENDUS

DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

TABLES ALPHABÉTIQUES.

JANVIER — JUIN 1890.

TABLE DES MATIERES DU TOME CX.

A

B

C

D

E

F

G

H

I

L

M

N

O

P

S

T

U

V

Z

TABLE DES AUTEURS.

A

C

D

E

F

G

H

I

J

K

L

M

N

O

P

Q

R

S

T

V

W

X

Z

GAUTHIER-VILLARS ET FILS, IMPRIMEURS-LIBRAIRES DES COMPTES RENDUS DES SÉANCES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.
15931 Paris. — Quai des Grands-Augustins, 55